

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 3 月 4 日 (04.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/018595 A1

- (51) 国際特許分類: C10M 169/04 // F16C 33/10,  
(C10M 169/04, 105:38, 129:10, 129:16, 129:24, 129:76,  
133:04) (C10M 169/04, 105:38, 129:10, 129:16, 129:24,  
129:28, 129:54, 129:76, 133:04, 133:38, 137:00), C10N  
30:02, 30:06, 30:08, 30:12, 40:02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010608
- (22) 国際出願日: 2003 年 8 月 22 日 (22.08.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-241277 2002 年 8 月 22 日 (22.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本  
理化学株式会社 (NEW JAPAN CHEMICAL CO., LTD.)
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 川原 康行 (KAWA-  
HARA, Yasuyuki) [JP/JP]; 〒611-0002 京都府 宇治市 木  
幡西浦 4 9 番地 リジェール柳田 2 0 7 号 Kyoto (JP).  
高橋 孝司 (TAKAHASHI, Kouji) [JP/JP]; 〒612-8012 京  
都府 京都市 伏見区 桃山町 遠山 1 0 3-2 2 Kyoto (JP).  
富澤 廣隆 (TOMIZAWA, Hirotaka) [JP/JP]; 〒359-0041  
埼玉県 所沢市 中新井 5 丁目 2 9 番 1 2 号 Saitama  
(JP).
- (74) 代理人: 三枝 英二, 外 (SAEGUSA, Eiji et al.); 〒  
541-0045 大阪府 大阪市 中央区 道修町 1-7-1 北浜  
T N K ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, ID, JP, US.

[続葉有]

(54) Title: LUBRICATING OIL FOR BEARING

(54) 発明の名称: 軸受用潤滑油

(57) Abstract: A lubricating oil for bearings which comprises a specific diester and at least one member selected among phenolic antioxidants and amine antioxidants, and optionally contains at least one member selected among phosphorus compounds and aliphatic linear monocarboxylic acids. It may optionally further contain at least one member selected among benzotriazole compounds and gallic acid compounds.

(57) 要約:

本発明は、

(a) 特定のジエステル、及び

(b) フェノール系酸化防止剤及びアミン系酸化防止剤から選ばれる  
少なくとも 1 種

を含有し、必要に応じて、

(c) リン系化合物及び脂肪族直鎖状モノカルボン酸から選ばれる少  
なくとも 1 種

を含有し、さらに必要に応じて、

(d) ベンゾトリアゾール系化合物及び没食子酸系化合物から選ばれ  
る少なくとも 1 種

を含有する軸受用潤滑油に関する。

WO 2004/018595 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 軸受用潤滑油

## 5 技術分野

本発明は、軸受用潤滑油、特に、焼結含油軸受用又は流体軸受用の潤滑油に関する。

## 10 背景技術

従来から焼結含油軸受は、自動車（電装部品）、家電製品（エアコン、冷蔵庫等）、音響機器（CDプレーヤー、MDプレーヤー等）等の各種モーターに使用されているが、近年では、コンピューター（記憶装置用モーター）、携帯電話（振動モーター）の急速な普及によりその需要が高まっている。また、広範囲の回転数で低振動化させるために、流体軸受の実用化も考えられている。更に最近では、機器の小型化や薄型化、モーターの高速回転化に伴い、軸受に対する負荷が益々大きくなってきていることから、軸受材の改良とともに、使用する軸受用潤滑油においてもより高い性能が求められている。

20 これまで焼結含油軸受用潤滑油又は流体軸受用潤滑油としては、ポリ- $\alpha$ -オレフィン等の合成炭化水素油、二塩基酸ジエステル、ネオペンチルポリオールエステル等のエステル油を用いた潤滑油が優れた性能を有することが開示されている（特開平7-53984号、特開平9-125086号、特開平11-172267号等）。しかしながら、これらの潤滑油は使用条件の苛酷化に対して十分  
25 に耐えうるものではなく、更に高い性能を有する潤滑油が要望されている。

かかる軸受用潤滑油に求められる性能としては、具体的には、耐熱性（耐酸化安定性、耐揮発性、粘度変化が小さいこと）に優れること、広い温度範囲で使用できること、潤滑性に優れること、軸受材に対する影響のないこと等が挙げられる。中でも、軸受に対する負荷増大による温度の上昇が大きい点から耐熱性が非

常に重要視されている。

また、地球温暖化の原因である二酸化炭素の放出を抑制するため、消費電力の低減が要求されている。そのため粘性摩擦によるエネルギー損失を低減するために、軸受用潤滑油も広い温度範囲で粘度が低く、摩擦抵抗の少ない油が必要となっている。しかしながら、一般に潤滑油の粘度が低くなると耐熱性、特に耐揮発性において劣るようになるため、省エネルギーに適した焼結含油軸受用潤滑油又は流体軸受用潤滑油の提供には至っていない。

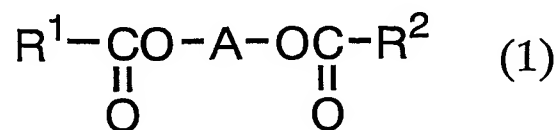
### 発明の開示

10

本発明は、広範囲の温度領域で低粘度であり、耐熱性、潤滑性、低温流動性に優れた軸受用潤滑油を提供することを主たる目的とする。

本発明者らは、上記課題を達成すべく鋭意検討の結果、特定の脂肪族ジエステル、及び特定の酸化防止剤を含有する軸受用潤滑油が、広範囲の温度領域で低粘度であり、耐熱性、潤滑性及び低温流動性に優れることを見いだした。また、該軸受用潤滑油は、特定の化合物を更に含有させることにより潤滑性が一段と向上し、更に金属適合性にも優れ、焼結含油軸受又は流体軸受の潤滑油として優れた性能を有していることを見いだした。本発明は、かかる知見に基づき更に検討を重ねて完成されたものであって、次の軸受用潤滑油を提供するものである。

20 項 1 (a)一般式 (1)



25

〔式中、 $\text{R}^1$ 及び $\text{R}^2$ は、同一又は異なって、炭素数 3～17 の直鎖アルキル基を表す。A は、炭素数 2～10 の、直鎖脂肪族二価アルコール残基又は 1 個若しくは 2 個以上の分枝を有する分岐脂肪族二価アルコール残基を表す。〕

換言すると、A は、炭素数 2～10 の直鎖アルキレン基を示すか、或いは、A

- は、主鎖である直鎖アルキレン基とこれに結合した1個若しくは2個以上のアルキル基（分枝）とからなり、該直鎖アルキレン基と該1個若しくは2個以上のアルキル基との合計炭素数が2～10である分岐鎖アルキレン基を示す。但し、Aが分岐鎖アルキレン基であって、2個以上のアルキル基を有する場合、2個以上のアルキル基は同一の炭素原子に結合していないものとする。]
- 5    で表されるジエステル、又は該ジエステルと併用基油との混合物、及び
- (b)フェノール系酸化防止剤及びアミン系酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種を含有する軸受用潤滑油。
- 10    項2.    Aが、炭素数3～10の、1個若しくは2個以上の分枝を有する脂肪族二価アルコール残基（即ち、モノ若しくはポリアルキル置換直鎖アルキレン基であって、該アルキル基と該直鎖アルキレン基との合計炭素数が3～10であるもの）である項1に記載の軸受用潤滑油。
- 15    項3    Aが、炭素数3～10の、1個の分枝を有する脂肪族二価アルコール残基（即ち、モノアルキル置換直鎖アルキレン基であって、該アルキル基と該直鎖アルキレン基との合計炭素数が3～10であるもの）である項1に記載の軸受用潤滑油。
- 20    項4    Aが、炭素数4～6の、1個の分枝を有する炭素数脂肪族二価アルコール残基（即ち、モノアルキル置換直鎖アルキレン基であって、該アルキル基と該直鎖アルキレン基との合計炭素数が4～6であるもの）である項1に記載の軸受用潤滑油。
- 25    項5    Aが、3-メチルー1, 5-ペンタンジオール残基（即ち、3-メチルーペンチレン基、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ）である項1に記載の軸受用潤滑油。
- 項6     $\text{R}^1$ 及び $\text{R}^2$ が、同一又は異なって、炭素数3～11の直鎖アルキル基を表す項1～5のいずれかに記載の軸受用潤滑油。

項7 一般式(1)で表されるジエステルが、2-メチルー1, 3-プロパンジオール、1, 3-ブタンジオール、2-メチルー1, 4-ブタンジオール、1, 4-ペンタンジオール、2-メチルー1, 5-ペンタンジオール、3-メチルー1, 5-ペンタンジオール及び1, 5-ヘキサンジオールからなる群から選ばれる1種と炭素数7~10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸から選ばれる1種とのジエステルである項1に記載の軸受用潤滑油。

項8 一般式(1)で表されるジエステルが、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールと、n-ヘプタン酸、n-オクタン酸、n-ノナン酸及びn-デカン酸からなる群から選ばれる少なくとも1種から得られるジエステルである項1に記載の軸受用潤滑油。

項9 一般式(1)で表されるジエステルが、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールジ(n-オクタノエート)及び3-メチルー1, 5-ペンタンジオールジ(n-ノナノエート)からなる群から選ばれる少なくとも1種である項1に記載の軸受用潤滑油。

項10 一般式(1)で表されるジエステルが、炭素数7~10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸から選ばれる2種の脂肪酸と、2-メチルー1, 3-プロパンジオール、1, 3-ブタンジオール、2-メチルー1, 4-ブタンジオール、1, 4-ペンタンジオール、2-メチルー1, 5-ペンタンジオール、3-メチルー1, 5-ペンタンジオール及び1, 5-ヘキサンジオールからなる群から選ばれる1種の二価アルコールとから得られるジエステルである請求項1~4のいずれかに記載の軸受用潤滑油。

項11 一般式(1)で表されるジエステルが、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールと炭素数7~10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸から選ばれる2種の脂肪酸とから得られるジエステルである請求項1~4のいずれかに記載の軸

受用潤滑油。

項 1 2 一般式 (1) で表されるジエステルが、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-オクタン酸とから得られるジエステル、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ノナン酸とから得られるジエステル及びn-デカン酸とから得られるジエステルである請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の軸受用潤滑油。

項 1 3 フェノール系酸化防止剤が分子内に硫黄を含有しない炭素数 6 ~ 1 0 0 のものであり、アミン系酸化防止剤が分子内に硫黄を含有しない炭素数 6 ~ 6 0 のものである請求項 1 ~ 1 2 のいずれかに記載の軸受用潤滑油。

項 1 4 フェノール系酸化防止剤が、2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール、2, 6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール、4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール)、4, 4'-ブチリデンビス(3-メチル-6-tert-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(4-エチル-6-tert-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(4-メチル-6-tert-ブチルフェノール)、4, 4'-イソプロピリデンビスフェノール、2, 4-ジメチル-6-tert-ブチルフェノール、テトラキス[メチレン-3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]メタン、1, 1, 3-トリス(2-メチル-4-ヒドロキシ-5-tert-ブチルフェニル)ブタン、1, 3, 5-トリメチル-2, 4, 6-トリス(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)ベンゼン、2, 2'-ジヒドロキシ-3, 3'-ジ(α-メチルシクロヘキシル)-5, 5'-ジメチル-ジフェニルメタン、2, 2'-イソブチリデンビス(4,

6-ジメチルフェノール)、2,6-ビス(2'-ヒドロキシ-3'-t-ブチル-5'-メチルベンジル)-4-メチルフェノール、1,1'-ビス(4-ヒドロキシフェニル)シクロヘキサン、2,5-ジ-t-アミルヒドロキノン、2,5-ジ-t-ブチルヒドロキノン、1,4-ジヒドロキシアントラキノン、3-t-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、2-t-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、2,4-ジベンゾイルレゾルシノール、4-t-ブチルカテコール、2,6-ジ-t-ブチル-4-エチルフェノール、2-ヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン、2,4-ジヒドロキシベンゾフェノン、2,2'-ジヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン、2,4,5-トリヒドロキシベンゾフェノン、  
 10  $\alpha$ -トコフェロール、ビス[2-(2-ヒドロキシ-5-メチル-3-t-ブチルベンジル)-4-メチル-6-t-ブチルフェニル]テレフタレート、トリエチレングリコール-ビス[3-(3-t-ブチル-5-メチル-4-ヒドロキシフェニルプロピオネート)]、1,6-ヘキサンジオール-ビス[3-(3,5-ジ-t-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]からなる群から選  
 15 ばれる少なくとも1種であり、

アミン系酸化防止剤が、ジフェニルアミン、モノ(C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>アルキル)置換されたジフェニルアミン、p, p'-ジ(モノC<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>アルキルフェニル)アミン、ジ(モノC<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>アルキルフェニル)アミンであって、一方のベンゼン環上のアルキル基が他方のベンゼン環上のアルキル基と異なるもの、ジ(ジ-C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>アルキルフェニル)アミンであって、二つのベンゼン環上の4つのアルキル基のうちの少なくとも1つが残りのアルキル基と異なるもの、N-フェニル-1-ナフチルアミン、N-フェニル-2-ナフチルアミン、4-オクチルフェニル-1-ナフチルアミン、4-オクチルフェニル-2-ナフチルアミン、p-フェニレンジアミン、N-フェニル-N'-イソプロピル-p-フェニレンジアミン、及び  
 20 N-フェニル-N'-(1,3-ジメチルブチル)-p-フェニレンジアミンからなる群から選ばれる少なくとも1種である項13に記載の軸受用潤滑油。

項15 (b)成分が、2,6-ジ-t-ブチル-p-クレゾール、4,4'-メチレンビス(2,6-ジ-t-ブチルフェノール)及び2,6-ジ-t-ブチル



- 5    ー4－エチルフェノールからなる群から選ばれる少なくとも1種と、p, p'－ジオクチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン、p, p'－ジノニル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン、及びN－フェニル－1－ナフチルアミンからなる群から選ばれる少なくとも1種とからなる組み合わせである項13に記載の軸受用潤滑油。

なお、本明細書において「（直鎖及び分岐鎖を含む）」とは、直鎖アルキル及び分岐鎖アルキルの一方又は双方を含むという意味である。

- 10    項16    更に、(c)リン系化合物及び脂肪族直鎖状モノカルボン酸からなる群から選ばれる少なくとも1種を含有する項1～15のいずれかに記載の軸受用潤滑油。

- 15    項17    リン系化合物が、リン酸トリエステル、亜リン酸トリエステル、酸性リン酸エステル及び酸性亜リン酸エステルからなる群から選ばれる少なくとも1種であって、その分子内に硫黄を含有しない炭素数12～70のものであり、脂肪族直鎖状モノカルボン酸が炭素数12～22のものである項16に記載の軸受用潤滑油。

- 20    項18    リン系化合物が、
- c1)    トリ（直鎖状又は分岐鎖C<sub>4</sub>－C<sub>18</sub>アルキル）ホスフェート、
  - c2)    トリ（C<sub>4</sub>－C<sub>8</sub>シクロアルキル）ホスフェート、
  - c3)    トリ（非置換又は置換フェニル）ホスフェート（該置換フェニル基は、C<sub>1</sub>－C<sub>10</sub>アルキル、ハロゲン原子（特に臭素原子）及び水酸基からなる群から選ばれ
- 25    る1～3個の置換基で置換されており、また、該3つのフェニル基の1又は2個が非置換で残りが置換されていてもよい）、
- c4)    トリ（直鎖状又は分岐鎖C<sub>4</sub>－C<sub>18</sub>アルキル）ホスファイト、
  - c5)    トリ（C<sub>4</sub>－C<sub>8</sub>シクロアルキル）ホスファイト、
  - c6)    トリ（非置換又は置換フェニル）ホスファイト（該置換フェニル基は、

C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>アルキル、ハロゲン原子（特に臭素原子）及び水酸基からなる群から選ばれる1～3個の置換基で置換されており、また、該3つのフェニル基の1又は2個が非置換で残りが置換されていてもよい）、

- c7) ジ（直鎖状又は分岐鎖C<sub>4</sub>-C<sub>18</sub>アルキル）ホスフェート、
- 5 c8) ジ（C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>シクロアルキル）ホスフェート、
- c9) ジ（非置換又は置換フェニル）ホスフェート（該置換フェニル基は、C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>アルキル、ハロゲン原子（特に臭素原子）及び水酸基からなる群から選ばれる1～3個の置換基で置換されており、また、該2つのフェニル基の一方が非置換で他方が置換されていてもよい）、
- 10 c10) ジ（直鎖状又は分岐鎖C<sub>4</sub>-C<sub>18</sub>アルキル）ホスファイト、
- c11) ジ（C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>シクロアルキル）ホスファイト、及び
- c12) ジ（非置換又は置換フェニル）ホスファイト（該置換フェニル基は、C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>アルキル、ハロゲン原子（特に臭素原子）及び水酸基からなる群から選ばれる1～3個の置換基で置換されており、また、該2つのフェニル基の一方が非置換
- 15 で他方が置換されていてもよい）
- からなる群から選ばれる少なくとも1種であり、

脂肪族直鎖状モノカルボン酸が、炭素数14～18のものである項16に記載の軸受用潤滑油。

- 20 項19 リン系化合物及び脂肪族直鎖状モノカルボン酸からなる群から選ばれる少なくとも1種が、トリ（*n*-オクチル）ホスフェート、トリフェニルホスフェート、及びトリクレジルホスフェートからなる群から選ばれる少なくとも1種と、*n*-テトラデカン酸、*n*-ヘキサデカン酸、及び*n*-オクタデカン酸からなる群から選ばれる少なくとも1種との組み合わせである項16に記載の軸受用潤滑油。
- 25 滑油。

項20 更に、(d)ベンゾトリアゾール系化合物及び没食子酸系化合物からなる群から選ばれる少なくとも1種を含有する項16～19のいずれかに記載の軸受用潤滑油。

項 2 1 ベンゾトリアゾール系化合物が、分子内に硫黄を含有しない炭素数 6 ~ 6 0 のものであり、没食子酸系化合物が炭素数 7 ~ 3 0 のものである項 2 0 に記載の軸受用潤滑油。

5

項 2 2 ベンゾトリアゾール系化合物が、ベンゾトリアゾール、5-メチル-1 H-ベンゾトリアゾール、1-ジオクチルアミノメチルベンゾトリアゾール、1-ジオクチルアミノメチル-5-メチルベンゾトリアゾール、2-(5'-メチル-2'-ヒドロキシエニル)ベンゾトリアゾール、2-[2'-ヒドロキシ-3', 5'-ビス( $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチルベンジル)フェニル]-2 H-ベンゾトリアゾール、2-(3', 5'-ジ-*t*-ブチル-2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(3'-*t*-ブチル-5'-メチル-2'-ヒドロキシフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール、2-(3', 5'-ジ-*t*-ブチル-2'-ヒドロキシフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール、2-(3', 5'-ジ-*t*-アミル-2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(5'-*t*-ブチル-2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-5'-メチルフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-5'-*t*-オクチルフェニル)ベンゾトリアゾール、及び2-[2'-ヒドロキシ-3'-(3'', 4''-5'', 6''テトラヒドロフタリドメチル)-5'-メチルフェニル]ベンゾトリアゾールからなる群から選ばれる少なくとも1種であり、

没食子酸系化合物が、没食子酸、没食子酸の直鎖又は分岐鎖のC<sub>1</sub>-C<sub>22</sub>アルキルエステル及び没食子酸のC<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>シクロアルキルエステルからなる群から選ばれる少なくとも1種である項 2 0 に記載の軸受用潤滑油。

25

項 2 3 ベンゾトリアゾール系化合物及び没食子酸系化合物からなる群から選ばれる少なくとも1種が、次の組合せ：

- ・ベンゾトリアゾール+没食子酸 (n-プロピル)、
- ・ベンゾトリアゾール+没食子酸 (n-オクチル)、

- ・ベンゾトリアゾール+没食子酸（*n*-ドデシル）、
  - ・5-メチル-1*H*-ベンゾトリアゾールベンゾトリアゾール+没食子酸（*n*-プロピル）、
  - ・5-メチル-1*H*-ベンゾトリアゾール+没食子酸（*n*-オクチル）、又は
  - 5    ・5-メチル-1*H*-ベンゾトリアゾール+没食子酸（*n*-ドデシル）
- である項20に記載の軸受用潤滑油。

項24    40℃における動粘度が5～10 mm<sup>2</sup>/sであり、かつ、0℃における動粘度が15～40 mm<sup>2</sup>/sである項1に記載の軸受用潤滑油。

10

### 発明の詳細な記載

#### (a)成分：一般式（1）で表されるジエステル

- 本発明の一般式（1）で表されるジエステル（以下、「本エステル」とい  
 15    う。）は、所定の酸成分、即ち、一般式R<sup>1</sup>COOHで表される直鎖状飽和脂肪族モノカルボン酸又はR<sup>2</sup>COOH（式中R<sup>1</sup>及びR<sup>2</sup>は前記に同じ）で表される直鎖状飽和脂肪族モノカルボン酸又はこれらカルボン酸の混合物と一般式（2）



20

[式中、Aは、炭素数2～10（特に3～10）の、直鎖脂肪族二価アルコール残基又は1個若しくは2個以上の分枝を有する分岐脂肪族二価アルコール残基を表す。]

- で表されるアルコール成分とを、常法に従って、好ましくは窒素等の不活性ガス  
 25    雰囲気下、エステル化触媒の存在下又は無触媒下で加熱攪拌しながらエステル化することにより容易に調製されるエステル化合物である。

#### <酸成分>

本エステルの酸成分としては、炭素数4～18の脂肪族飽和直鎖状モノカルボ

ン酸、即ち、一般式 $R^1COOH$ 又は $R^2COOH$ （式中 $R^1$ 及び $R^2$ は、炭素数3～17の直鎖状アルキル基を示す。）で表されるモノカルボン酸であり、より具体的には、*n*-ブタン酸、*n*-ペンタン酸、*n*-ヘキサン酸、*n*-ヘプタン酸、*n*-オクタン酸、*n*-ノナン酸、*n*-デカン酸、*n*-ウンデカン酸、*n*-ドデカン酸、*n*-トリデカン酸、*n*-テトラデカン酸、*n*-ペンタデカン酸、*n*-ヘキサデカン酸、*n*-ヘプタデカン酸、*n*-オクタデカン酸が例示される。

これらの中でも、炭素数4～12の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸、即ち、一般式 $R^1COOH$ 又は $R^2COOH$ （式中 $R^1$ 及び $R^2$ は、炭素数3～11の直鎖状アルキル基を示す。）で表されるモノカルボン酸が好ましい。

より詳しくは、低温流動性に優れ、低温粘度が低い点で、炭素数4～9の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸、即ち、一般式 $R^1COOH$ 又は $R^2COOH$ （式中 $R^1$ 及び $R^2$ は炭素数3～8の直鎖状アルキル基を示す）で表されるモノカルボン酸が好ましく、具体的には、*n*-ブタン酸、*n*-ペンタン酸、*n*-ヘキサン酸、*n*-ヘプタン酸、*n*-オクタン酸、*n*-ノナン酸が例示される。また、耐熱性に優れる点で、炭素数8～12の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸、即ち、一般式 $R^1COOH$ 又は $R^2COOH$ （式中 $R^1$ 及び $R^2$ は炭素数7～11の直鎖状アルキル基を示す）で表されるモノカルボン酸が好ましく、具体的には、*n*-オクタン酸、*n*-ノナン酸、*n*-デカン酸、*n*-ウンデカン酸、*n*-ドデカン酸が例示される。

これらのうち特に、炭素数7～10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸、即ち、一般式 $R^1COOH$ 又は $R^2COOH$ （式中 $R^1$ 及び $R^2$ は、炭素数6～9の直鎖状アルキル基を示す。）で表されるモノカルボン酸、即ち、*n*-ヘプタン酸、*n*-オクタン酸、*n*-ノナン酸、*n*-デカン酸が推奨される。

上記酸成分は、それぞれ単独で又は2種以上混合して用いることも可能である。尚、2種以上の酸を混合して用いた場合、得られるエステルには、1分子中に2種以上の酸に由来するアシル基を含む混基エステルが含まれる。

上記酸成分の炭素数が4未満では、エステルの揮発量が多くなる傾向が見られ、一方、炭素数が18を越えると低温粘度が高くなる傾向が見られる。

### ＜アルコール成分＞

上記一般式（１）において、脂肪族二価アルコール残基Aは、上記一般式（２）で表される脂肪族二価アルコールから二つの水酸基を除いて得られる残基（二価の基）を指す。特に、Aは、炭素数２～１０（特に３～１０）の直鎖アルキレン基を示すか、或いは、Aは、主鎖である直鎖アルキレン基とこれに結合した１個若しくは２個以上のアルキル基（分枝）とからなり、該直鎖アルキレン基と該１個若しくは２個以上のアルキル基との合計炭素数が２～１０（特に３～１０）である分岐鎖アルキレン基を示す。但し、Aが分岐鎖アルキレン基であって、２個以上のアルキル基を有する場合、２個以上のアルキル基は同一の炭素原子に結合していないものとする。

換言すると、Aは、炭素数２～１０、特に３～１０の直鎖状アルキレン基であるか、或いは、Aは、モノ又はポリアルキル置換の直鎖状アルキレン基であって、該モノ又はポリアルキル置換基と該直鎖状アルキレン基との合計炭素数が２～１０、特に３～１０である。

15 Aが分岐アルキル基である場合、分枝であるアルキル基の数は１又は２個、特に１個が好ましい。

かかる残基Aを含むアルコール成分としては、炭素数２～１０、特に３～１０の１個若しくは２個の分枝を有していてもよい脂肪族二価アルコール、特に飽和脂肪族二価アルコールが例示される。但し、該二価アルコールが２個以上の分枝（即ち、アルキル基）を有する場合、２個以上の分枝（アルキル基）は同一の炭素原子に結合していないものである。従って、該アルコール成分としては、２，２－ジメチルプロパンジオール（ネオペンチルグリコール）、２，２－ジエチルプロパンジオール、２－ブチル－２－エチルプロパンジオール等の分子内にネオペンチル型構造を有するジオールを含まない。

25 アルコール成分としては、具体的には、エチレングリコール、１，２－プロパンジオール、１，３－プロパンジオール、２－メチル－１，３－プロパンジオール、１，３－ブタンジオール、１，４－ブタンジオール、２－メチル－１，４－ブタンジオール、１，４－ペンタンジオール、１，５－ペンタンジオール、２－メチル－１，５－ペンタンジオール、３－メチル－１，５－ペンタンジオール、

1, 5-ヘキサンジオール、1, 6-ヘキサンジオール、2-メチル-1, 6-ヘキサンジオール、3-メチル-1, 6-ヘキサンジオール、1, 6-ヘプタンジオール、1, 7-ヘプタンジオール、2-メチル-1, 7-ヘプタンジオール、3-メチル-1, 7-ヘプタンジオール、4-メチル-1, 7-ヘプタンジオール、1, 7-オクタンジオール、1, 8-オクタンジオール、2-メチル-1, 8-オクタンジオール、3-メチル-1, 8-オクタンジオール、4-メチル-1, 8-オクタンジオール、1, 8-ノナンジオール、1, 9-ノナンジオール、2-メチル-1, 9-ノナンジオール、3-メチル-1, 9-ノナンジオール、4-メチル-1, 9-ノナンジオール、5-メチル-1, 9-ノナンジオール、1, 10-デカンジオール、2-エチル-1, 3-ヘキサンジオール、2, 4-ジエチル-1, 5-ペンタンジオールなどが例示される。上記アルコール成分は、単独でエステル化に供することが可能であり、また、2種以上のアルコールを混合して用いることも可能である。

これらの中でも、耐熱性及び低温流動性に優れる点で、分枝を1~2個有する炭素数4~6の脂肪族二価アルコールが好ましく、特に分枝を1個有する炭素数4~6の脂肪族二価アルコールが好ましい。より具体的には、2-メチル-1, 3-プロパンジオール、1, 3-ブタンジオール、2-メチル-1, 4-ブタンジオール、1, 4-ペンタンジオール、2-メチル-1, 5-ペンタンジオール、3-メチル-1, 5-ペンタンジオール、1, 5-ヘキサンジオール等が例示され、なかでも特に、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールが好ましい。

#### <エステル化反応>

エステル化反応を行うに際し、酸成分は、例えば、アルコール成分1モルに対して、2.0~3.0モル、好ましくは2.01~2.5モル用いられる。

エステル化触媒としては、ルイス酸類、アルカリ金属類、スルホン酸類等が例示される。ルイス酸としては、具体的には、アルミニウム誘導体、錫誘導体、チタン誘導体が例示され、アルカリ金属類としてはナトリウムアルコキシド、カリウムアルコキシド等が例示され、またスルホン酸類としてはパラトルエンスルホン酸、メタンスルホン酸、硫酸等が例示される。その使用量は、例えば、原料で

ある酸及びアルコールの総重量に対して0.05～1.0重量%用いられる。

エステル化温度としては、150～230℃の範囲が推奨され、通常、3～30時間で反応は完結する。

5 エステル化においては、生成してくる水をベンゼン、トルエン、キシレン、シクロヘキサン等の溶剤を用いて系外に共沸留去させてもよい。

エステル化反応終了後、過剰の原料を減圧下または常圧下にて留去する。引き続き、慣用の精製方法、例えば、中和、水洗、液液抽出、減圧蒸留、活性炭処理等の吸着精製等によりエステルを精製することが可能である。

#### 10 <好ましいジエステル>

本エステルの中でも、好ましいジエステルとしては、2-メチルー1,3-プロパンジオール、1,3-ブタンジオール、2-メチルー1,4-ブタンジオール、1,4-ペンタンジオール、2-メチルー1,5-ペンタンジオール、3-メチルー1,5-ペンタンジオール又は1,5-ヘキサンジオールと、炭素数7～10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸とのジエステルが例示される。

2-メチルー1,3-プロパンジオールと炭素数7～10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸とのジエステルとしては、具体的には、2-メチルー1,3-プロパンジオールジ(n-ヘプタノエート)、2-メチルー1,3-プロパンジオールジ(n-オクタノエート)、2-メチルー1,3-プロパンジオールジ(n-ノナノエート)、2-メチルー1,3-プロパンジオールジ(n-デカノエート)が挙げられる。

1,3-ブタンジオールと炭素数7～10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸とのジエステルとしては、具体的には、1,3-ブタンジオールジ(n-ヘプタノエート)、1,3-ブタンジオールジ(n-オクタノエート)、1,3-ブタンジオールジ(n-ノナノエート)、1,3-ブタンジオールジ(n-デカノエート)が例示される。

2-メチルー1,4-ブタンジオールと炭素数7～10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸とのジエステルとしては、具体的には、2-メチルー1,4-ブタンジオールジ(n-ヘプタノエート)、2-メチルー1,4-ブタンジオールジ



(*n*-オクタノエート)、2-メチル-1, 4-ブタンジオールジ (*n*-ノナノエート)、2-メチル-1, 4-ブタンジオールジ (*n*-デカノエート) が例示される。

1, 4-ペンタンジオールと炭素数 7~10 の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸とのジエステルとしては、具体的には、1, 4-ペンタンジオールジ (*n*-ヘプタノエート)、1, 4-ペンタンジオールジ (*n*-オクタノエート)、1, 4-ペンタンジオールジ (*n*-ノナノエート)、1, 4-ペンタンジオールジ (*n*-デカノエート) が例示される。

2-メチル-1, 5-ペンタンジオールと炭素数 7~10 の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸とのジエステルとしては、具体的には、2-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-ヘプタノエート)、2-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-オクタノエート)、2-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-ノナノエート)、2-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-デカノエート) が例示される。

3-メチル-1, 5-ペンタンジオールと炭素数 7~10 の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸とのジエステルとしては、具体的には、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-ヘプタノエート)、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-オクタノエート)、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-ノナノエート)、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-デカノエート) が例示される。

1, 5-ヘキサジオールと炭素数 7~10 の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸とのジエステルとしては、具体的には、1, 5-ヘキサジオールジ (*n*-ヘプタノエート)、1, 5-ヘキサジオールジ (*n*-オクタノエート)、1, 5-ヘキサジオールジ (*n*-ノナノエート)、1, 5-ヘキサジオールジ (*n*-デカノエート) が例示される。

上記の好ましいジエステルの中でも特に、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールと炭素数 7~10 の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸とのジエステルが好ましい。なかでも低温流動性に優れる点で、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-ヘプタノエート)、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ (*n*-

オクタノエート)、3-メチル-1,5-ペンタンジオールジ(n-ノナノエート)が好ましく、耐熱性に優れる点で、3-メチル-1,5-ペンタンジオールジ(n-オクタノエート)、3-メチル-1,5-ペンタンジオールジ(n-ノナノエート)、3-メチル-1,5-ペンタンジオールジ(n-デカノエート)が好ましい。更には耐熱性と低温流動性のバランスに優れる点で、特に、3-メチル-1,5-ペンタンジオールジ(n-オクタノエート)、3-メチル-1,5-ペンタンジオールジ(n-ノナノエート)が好ましい。

また、本エステルの内、炭素数7~10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸から選ばれる2種の脂肪酸と、2-メチル-1,3-プロパンジオール、1,3-ブタンジオール、2-メチル-1,4-ブタンジオール、1,4-ペンタンジオール、2-メチル-1,5-ペンタンジオール、3-メチル-1,5-ペンタンジオール及び1,5-ヘキサジオールから選ばれる1種の二価アルコールとから得られるジエステルも好ましい。このような2種の脂肪酸と二価アルコールとから得られるジエステルは、一方のエステル基と他のエステル基とが異なる混基ジエステル、二つのエステル基が使用した2種の脂肪酸の一方に由来するジエステル、二つのエステル基が使用した2種の脂肪酸の他方に由来するジエステルを含有するエステル混合物である。このようなエステル混合物はそのまま使用することもできるし、該混基ジエステルのみを分離して使用してもよい。

これらの2種の脂肪酸と2-メチル-1,3-プロパンジオールを用いた好ましいジエステルとしては、具体的には、2-メチル-1,3-プロパンジオールとn-ヘプタン酸及びn-オクタン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1,3-プロパンジオールとn-ヘプタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1,3-プロパンジオールとn-ヘプタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1,3-プロパンジオールとn-オクタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1,3-プロパンジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1,3-プロパンジオールとn-ノナン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル等が例示される。

また、2種の脂肪酸と1,3-ブタンジオールを用いた好ましいジエステルと

しては、具体的には、1, 3-ブタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-オクタン酸とから得られるジエステル、1, 3-ブタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、1, 3-ブタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、1, 3-ブタンジオールとn-  
5 -オクタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、1, 3-ブタンジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、1, 3-ブタンジオールとn-ノナン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステルが例示される。

2種の脂肪酸と2-メチル-1, 4-ブタンジオールを用いた好ましいジエステルとしては、具体的には、2-メチル-1, 4-ブタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-オクタン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1, 4-ブタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1, 4-ブタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1, 4-ブタンジオールとn-オクタン酸及びn-  
15 -ノナン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1, 4-ブタンジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1, 4-ブタンジオールとn-ノナン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステルが例示される。

2種の脂肪酸と1, 4-ペンタンジオールを用いた好ましいジエステルとしては、具体的には、1, 4-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-オクタン酸とから得られるジエステル、1, 4-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、1, 4-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、1, 4-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、1, 4-ペンタ  
25 ンジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、1, 4-ペンタンジオールとn-ノナン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステルが例示される。

2種の脂肪酸と2-メチル-1, 5-ペンタンジオールを用いた好ましいジエステルとしては、具体的には、2-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘ

ブタン酸及びn-オクタン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1, 5-  
ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、  
2-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-デカン酸とから  
得られるジエステル、2-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン  
5 酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、2-メチル-1, 5-ペンタン  
ジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、2-メ  
チル-1, 5-ペンタンジオールとn-ノナン酸及びn-デカン酸とから得られ  
るジエステルが例示される。

2種の脂肪酸と3-メチル-1, 5-ペンタンジオールを用いた好ましいジエ  
10 ステルとしては、具体的には、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘ  
プタン酸及びn-オクタン酸とから得られるジエステル、3-メチル-1, 5-  
ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、  
3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-デカン酸とから  
得られるジエステル、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン  
15 酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、3-メチル-1, 5-ペンタン  
ジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、3-メ  
チル-1, 5-ペンタンジオールとn-ノナン酸及びn-デカン酸とから得られ  
るジエステルが例示される。

2種の脂肪酸と1, 5-ヘキサジオールを用いた好ましいジエステルとして  
20 は、具体的には、1, 5-ヘキサジオールとn-ヘプタン酸及びn-オクタン  
酸とから得られるジエステル、1, 5-ヘキサジオールとn-ヘプタン酸及び  
n-ノナン酸とから得られるジエステル、1, 5-ヘキサジオールとn-ヘプ  
タン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、1, 5-ヘキサジオール  
とn-オクタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、1, 5-ヘキサ  
25 ンジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、1,  
5-ヘキサジオールとn-ノナン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステ  
ルが例示される。

上記の2種の脂肪酸を用いた好ましいジエステルの中でも特に、3-メチル-1,  
5-ペンタンジオールと炭素数7~10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸から選

ばれる2種の脂肪酸を用いたエステルが好ましい。なかでも低温流動性に優れる点で、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-オクタン酸とから得られるジエステル、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステル、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステルが好ましく、耐熱性に優れる点で、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステルが好ましい。更には、耐熱性と低温流動性のバランスに優れる点で3-メチルー1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-ノナン酸とから得られるジエステル、3-メチルー1, 5-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-デカン酸とから得られるジエステルが好ましい。

本発明の潤滑油は、本エステルの1種若しくは2種以上を含有する。

本エステルの全酸価としては、 $0.1 \text{ mg KOH/g}$ 以下、好ましくは $0.05 \text{ mg KOH/g}$ 以下であることが望ましい。全酸価が $0.1 \text{ mg KOH/g}$ 以下のときには耐熱性と潤滑性のバランスが良好である。全酸価は中和により調整可能である。

本エステルの水酸基価としては、 $5 \text{ mg KOH/g}$ 以下、好ましくは $3 \text{ mg KOH/g}$ 以下、更に好ましくは $1 \text{ mg KOH/g}$ 以下であることが望ましい。水酸基価が $5 \text{ mg KOH/g}$ 以下のときには耐熱性が向上する。水酸基価は、残存する水酸基を反応工程で十分に低減することにより調整可能である。

本エステルの硫酸灰分としては、 $30 \text{ ppm}$ 以下、好ましくは $10 \text{ ppm}$ 以下であることが好ましい。硫酸灰分が $30 \text{ ppm}$ 以下のときには耐熱性が向上する。硫酸灰分は、本エステルの原料となる酸及び／又はアルコールとして硫酸灰分が低いもの（例えば、 $30 \text{ ppm}$ 以下のもの）を用い、また、触媒として金属触媒

を使用した場合、触媒自身及び触媒由来の有機金属化合物を中和、水洗、吸着精製にて十分に除去することで調整可能である。

- 本エステルのヨウ素価としては、1以下、好ましくは0.5以下、更に好ましくは0.1以下である。ヨウ素価が1以下のときは耐熱性が向上する。ヨウ素価は、本エステルの原料となる酸及び／又はアルコールとしてヨウ素価が低いもの（例えば、0.3以下のもの）を用いることにより調整可能である。また、精製したヨウ素価が1以上のエステルを還元（水添）することにより調整可能である。

- 本エステルの中でも、0℃の動粘度が低く、耐熱性に優れる点で、分子量が320～400、好ましくは330～380であるものが推奨される。
- 10 本エステルの中でも、JIS-K-2269に記載される流動点が-20℃以下であるものが好ましく、より低温での使用に適する点で-30℃以下、更には-40℃以下であるものが最も好ましい。

- 本エステルの中でも、JIS-K-2283に記載される粘度指数が150以上が好ましく、より好ましくは160以上、更に好ましくは170以上である。
- 15 粘度指数が150以上であるエステルは広範囲の温度領域で低粘度であり、耐熱性にも優れる。

#### <本エステルの使用量>

- 本エステルの使用量は、広い範囲から選択できるが、一般には本発明の軸受用潤滑油に対して、即ち、(a)成分と(b)成分との合計量に対して、99.99～95重量%が好ましく、99.9～98重量%がより好ましい。
- 20

#### (b)成分：フェノール系酸化防止剤及びアミン系酸化防止剤

##### <フェノール系酸化防止剤>

- 25 本発明のフェノール系酸化防止剤としては、この分野で使用されている公知のものが特に制限されることなく使用できる。これらフェノール系酸化防止剤のうちでも、特に、分子内に硫黄を含有しない炭素数6～100、好ましくは10～80のものが好ましい。

具体的には、2,6-ジ-tert-ブチルフェノール、2,6-ジ-tert-ブチル-

- p-クレゾール、4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール)、4, 4'-ブチリデンビス(3-メチル-6-tert-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(4-エチル-6-tert-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(4-メチル-6-tert-ブチルフェノール)、4, 4'-イソプロピリデンビスフェノール、2, 4-ジメチル-6-tert-ブチルフェノール、テトラキス[メチレン-3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]メタン、1, 1, 3-トリス(2-メチル-4-ヒドロキシ-5-tert-ブチルフェニル)ブタン、1, 3, 5-トリメチル-2, 4, 6-トリス(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)ベンゼン、2, 2'-ジヒドロキシ-3, 3'-ジ( $\alpha$ -メチルシクロヘキシル)-5, 5'-ジメチル-ジフェニルメタン、2, 2'-イソブチリデンビス(4, 6-ジメチルフェノール)、2, 6-ビス(2'-ヒドロキシ-3'-tert-ブチル-5'-メチルベンジル)-4-メチルフェノール、1, 1'-ビス(4-ヒドロキシフェニル)シクロヘキササン、2, 5-ジ-tert-アミルヒドロキノン、2, 5-ジ-tert-ブチルヒドロキノン、1, 4-ジヒドロキシアントラキノン、3-tert-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、2-tert-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、2, 4-ジベンゾイルレゾルシノール、4-tert-ブチルカテコール、2, 6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノール、2-ヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン、2, 4-ジヒドロキシベンゾフェノン、2, 2'-ジヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン、2, 4, 5-トリヒドロキシベンゾフェノン、 $\alpha$ -トコフェロール、ビス[2-(2-ヒドロキシ-5-メチル-3-tert-ブチルベンジル)-4-メチル-6-tert-ブチルフェニル]テレフタレート、トリエチレングリコール-ビス[3-(3-tert-ブチル-5-メチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]、1, 6-ヘキサンジオール-ビス[3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]等が例示される。

この中でも、特に、2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール、2, 6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール、4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール)、4, 4'-ブチリデンビス(3-メチル-6-tert-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(4-エチル-6-tert-ブチルフェノール)、2,

- 2'-メチレンビス(4-メチル-6-tert-ブチルフェノール)、4,4'-イソプロピリデンビスフェノール、2,4-ジメチル-6-tert-ブチルフェノール、テトラキス[メチレン-3-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]メタン、1,1,3-トリス(2-メチル-4-ヒドロキシ-5-tert-ブチルフェニル)ブタン、1,3,5-トリメチル-2,4,6-トリス(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)ベンゼン、2,6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノール、ビス[2-(2-ヒドロキシ-5-メチル-3-tert-ブチルベンジル)-4-メチル-6-tert-ブチルフェニル]テレフタレート、トリエチレングリコール-ビス[3-(3-tert-ブチル-5-メチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]、1,6-ヘキサンジオール-ビス[3-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート]が好ましく、更には、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール、4,4'-メチレンビス(2,6-ジ-tert-ブチルフェノール)、2,6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノールが最も好ましい。
- 15 フェノール系酸化防止剤は1種単独で若しくは2種以上を組み合わせ用いてもよく、その添加量は、通常、軸受用潤滑油に対して、即ち、(a)成分と(b)成分との合計量に対して、0.01~5重量%であり、好ましくは0.1~2重量%である。

## 20 <アミン系酸化防止剤>

本発明のアミン系酸化防止剤としては、この分野で使用されている公知のものが特に制限されることなく使用できる。これらアミン系酸化防止剤のうちでも、特に、分子中に硫黄を含有しない炭素数6~60のものであり、好ましくは10~40のものが好ましい。

- 25 具体的には、ジフェニルアミン、モノブチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、モノペンチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、モノヘキシル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、モノヘプチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、モノオクチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン等のモノアルキルジフェニルアミン、特にモノ(C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>アルキル)



ジフェニルアミン（即ち、ジフェニルアミンの二つのベンゼン環の一方が、アルキル基、特にC<sub>4</sub>–C<sub>9</sub>アルキル基でモノ置換されているもの、即ち、モノアルキル置換されたジフェニルアミン）、p, p' –ジブチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン、p, p' –ジペンチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン、p, p' –ジヘキシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン、p, p' –ジヘプチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン、p, p' –ジオクチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン、p, p' –ジノニル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン等のジ（アルキルフェニル）アミン、特にp, p' –ジ（C<sub>4</sub>–C<sub>9</sub>アルキルフェニル）アミン（即ち、ジフェニルアミンの二つのベンゼン環の各々が、アルキル基、特にC<sub>4</sub>–C<sub>9</sub>アルキル基でモノ置換されているジアルキル置換のジフェニルアミンであって、二つのアルキル基が同一であるもの）、ジ（モノC<sub>4</sub>–C<sub>9</sub>アルキルフェニル）アミンであって、一方のベンゼン環上のアルキル基が他方のベンゼン環上のアルキル基と異なるもの、ジ（ジ–C<sub>4</sub>–C<sub>9</sub>アルキルフェニル）アミンであって、二つのベンゼン環上の4つのアルキル基のうちの少なくとも1つが残りのアルキル基と異なるもの等のジフェニルアミン類；N–フェニル–1–ナフチルアミン、N–フェニル–2–ナフチルアミン、4–オクチルフェニル–1–ナフチルアミン、4–オクチルフェニル–2–ナフチルアミン等のナフチルアミン類；p–フェニレンジアミン、N–フェニル–N'–イソプロピル–p–フェニレンジアミン、N–フェニル–N'–（1, 3–ジメチルブチル）–p–フェニレンジアミン等のフェニレンジアミン類等が例示される。この中でも、特に、p, p' –ジオクチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン、p, p' –ジノニル（直鎖及び分岐鎖を含む）ジフェニルアミン、N–フェニル–1–ナフチルアミンが好ましい。

なお、本明細書において「（直鎖及び分岐鎖を含む）」とは、直鎖アルキル及び分岐鎖アルキルの一方又は双方を含むという意味である。

アミン系酸化防止剤は1種若しくは2種以上を組み合わせ用い、その添加量は、通常、軸受用潤滑油に対して、即ち、(a)成分と(b)成分との合計量に対して、0.01～5重量%であり、好ましくは0.1～2重量%である。

### ＜フェノール系酸化防止剤とアミン系酸化防止剤との併用＞

本発明に係わるフェノール系酸化防止剤とアミン系酸化防止剤は、それぞれの1種若しくは2種以上を組み合わせる用いることが可能である。

両者の比率は、特に制限されず広い範囲から適宜選択できるが、一般にはフェノール系酸化防止剤(I)のアミン系酸化防止剤(II)に対する重量比が、I:II=1:0.05~20、特に1:0.2~5となるように併用するのが好ましい。

好ましい組み合わせとしては、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール、4,4'-メチレンビス(2,6-ジ-tert-ブチルフェノール)及び2,6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノールからなる群から選ばれる1種若しくは2種以上と、p, p'-ジオクチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、p, p'-ジノニル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、及びN-フェニル-1-ナフチルアミンからなる群から選ばれる1種若しくは2種以上からなる組み合わせが例示される。

具体的には、以下の組み合わせが好ましい：

- 15 ・ 2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール + p, p'-ジオクチル<sup>o</sup>(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、
- ・ 2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール + p, p'-ジノニル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、
- ・ 2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール + N-フェニル-1-ナフチルアミン、
- 20 ・ 4,4'-メチレンビス(2,6-ジ-tert-ブチルフェノール) + p, p'-ジオクチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、
- ・ 4,4'-メチレンビス(2,6-ジ-tert-ブチルフェノール) + p, p'-ジノニル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、
- 25 ・ 4,4'-メチレンビス(2,6-ジ-tert-ブチルフェノール) + N-フェニル-1-ナフチルアミン、
- ・ 2,6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノール + p, p'-ジオクチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、
- ・ 2,6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノール + p, p'-ジノニル(直鎖

及び分岐鎖を含む) ジフェニルアミン、

・ 2, 6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノール+N-フェニル-1-ナフチルアミン等が例示される。

この中でも耐熱性に優れる点で、より効果的な組み合わせとして、

5 ・ 4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール) + p, p'-ジオクチル(直鎖及び分岐鎖を含む) ジフェニルアミン、

・ 4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール) + p, p'-ジノニル(直鎖及び分岐鎖を含む) ジフェニルアミン、

10 ・ 4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール) + N-フェニル-1-ナフチルアミン

等が推奨される。

フェノール系酸化防止剤とアミン系酸化防止剤を組み合わせたその添加量は、通常、軸受用潤滑油に対して、即ち、(a)成分と(b)成分との合計量に対して、0.01~5重量%であり、好ましくは0.1~2重量%である。

15

#### (c)成分：リン系化合物及び脂肪族直鎖状モノカルボン酸

本発明の軸受用潤滑油は、更に、必要に応じて、リン系化合物及び脂肪族直鎖状モノカルボン酸からなる群から選ばれる少なくとも1種を用いることにより潤滑性をより一層向上させることができる。

#### 20 <リン系化合物>

リン系化合物としては、この分野で公知のリン系化合物を広く使用することができるが、例えば、分子内に硫黄を含有しない炭素数12~70、特に12~50のものが好ましい。

具体的には、リン酸トリエステル、亜リン酸トリエステルが挙げられる。

25 リン酸トリエステルとしては、例えば、トリブチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ホスフェート、トリヘプチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ホスフェート、トリオクチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ホスフェート、トリノニル(直鎖及び分岐鎖を含む)ホスフェート、トリデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)ホスフェート、トリウンデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)ホスフェート、トリドデシル(直鎖及び分岐

鎖を含む) ホスフェート、トリトリデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスフェート、トリテトラデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスフェート、トリペンタデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスフェート、トリヘキサデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスフェート、トリヘプタデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスフェート、トリオクタデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスフェート等のトリ(直鎖状又は分岐鎖  $C_4-C_{18}$  アルキル) ホスフェート、トリシクロヘキシルホスフェート、トリシクロペンチルホスフェート等のトリ( $C_4-C_8$  シクロアルキル) ホスフェート、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェート、トリキシレニルホスフェート、クレジルジフェニルホスフェート、キシレニルジフェニルホスフェート、トリス(トリプロモフェニル) ホスフェート、トリス(ジプロモフェニル) ホスフェート、トリス(2, 4-ジ-tert-ブチルフェニル) ホスフェート、トリ(ノニルフェニル) ホスフェート等のトリアリールホスフェート、特にトリ(非置換又は置換フェニル) ホスフェート(該置換フェニル基は、 $C_1-C_{10}$  アルキル、ハロゲン原子(特に臭素原子) 及び水酸基からなる群から選ばれる1~3個の置換基で置換されており、また、該3つのフェニル基の1又は2個が非置換で残りが置換されていてよい) を挙げることができる。

また、亜リン酸トリエステルとしては、トリブチル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリヘプチル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリオクチル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリノニル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリウンデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリドデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリトリデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリテトラデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリペンタデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリヘキサデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリヘプタデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト、トリオクタデシル(直鎖及び分岐鎖を含む) ホスファイト等のトリ(直鎖状又は分岐鎖  $C_4-C_{18}$  アルキル) ホスファイト、トリシクロヘキシルホスファイト、トリシクロペンチルホスファイト等のトリ( $C_4-C_8$  シクロアルキル) ホスファイトや、トリフェニルホスファイト、トリクレジルホスファイト、トリキシレニル

ホスファイト、クレジルジフェニルホスファイト、キシレニルジフェニルホスファイト、トリス（トリプロモフェニル）ホスファイト、トリス（ジプロモフェニル）ホスファイト、トリス（2, 4-ジ-*tert*-ブチルフェニル）ホスファイト、トリ（ノニルフェニル）ホスファイト等のトリアリールホスファイト、特にトリ  
5 （非置換又は置換フェニル）ホスファイト（該置換フェニル基は、 $C_1$ - $C_{10}$ アルキル、ハロゲン原子（特に臭素原子）及び水酸基からなる群から選ばれる1～3個の置換基で置換されており、また、該3つのフェニル基の1又は2個が非置換で残りが置換されていてもよい）が例示される。

この中でも、特に、トリ（*n*-ブチル）ホスフェート、トリイソブチルホスフ  
10 エート、トリ（*sec*-ブチル）ホスフェート、トリ（*n*-ヘプチル）ホスフェート、トリイソヘプチルホスフェート、トリ（*n*-オクチル）ホスフェート、トリイソオクチルホスフェート、トリ（*n*-ノニル）ホスフェート、トリイソノニルホスフェート、トリ（*n*-デシル）ホスフェート、トリイソデシルホスフェート、トリ（*n*-ドデシル）ホスフェート、トリ（*n*-テトラデシル）ホスフェ  
15 ト、トリ（*n*-ヘキサデシル）ホスフェート、トリ（*n*-オクタデシル）ホスフェート等のトリアルキルホスフェート、特にトリ（直鎖状又は分岐鎖 $C_4$ - $C_{18}$ アルキル）ホスフェート、トリシクロヘキシルホスフェート、トリシクロペンチルホスフェート等のトリ（ $C_4$ - $C_8$ シクロアルキル）ホスフェート、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェート、トリキシレニルホスフェート、クレジ  
20 ルジフェニルホスフェート、キシレニルジフェニルホスフェート、トリス（トリプロモフェニル）ホスフェート、トリス（ジプロモフェニル）ホスフェート、トリス（2, 4-ジ-*tert*-ブチルフェニル）ホスフェート、トリ（ノニルフェニル）ホスフェート等のトリアリールホスフェート、特にトリ（非置換又は置換フェニル）ホスフェート（該置換フェニル基は、 $C_1$ - $C_{10}$ アルキル、ハロゲン原子（特  
25 に臭素原子）及び水酸基からなる群から選ばれる1～3個の置換基で置換されており、また、該3つのフェニル基の1又は2個が非置換で残りが置換されていてもよい）が好ましく、更には、トリ（*n*-オクチル）ホスフェート、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェートが最も好ましい。

リン酸エステルは1種単独で若しくは2種以上を組み合わせ用い、その添加

量は、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して、0.1～10重量部であり、好ましくは0.5～5重量部である。

亜リン酸エステルは1種単独で若しくは2種以上を組み合わせ用い、その添加量は、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して、

5 0.1～10重量部であり、好ましくは0.5～5重量部である。

また、リン系化合物として、酸性リン酸エステル及び酸性亜リン酸エステル（アシッドホスフェート及びアシッドホスファイト）も使用が可能である。具体的には、ジブチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジヘプチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジオクチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジノニル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジウンデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジドデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジトリデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジテトラデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジペンタデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジヘキサデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジヘプタデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート、ジオクタデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスフェート等のジアルキルホスフェート、特にジ（直鎖状又は分岐鎖 $C_4-C_{18}$ アルキル）ホスフェート、ジシクロヘキシルホスフェート、ジシクロペンチルホスフェート等のジ（ $C_4-C_8$ シクロアルキル）ホスフェートや、ジフェニルホスフェート、ジクレジルホスフェート、ジキシレニルホスフェート、クレジルフェニルホスフェート、キシレニルフェニルホスフェート、ビス（トリプロモフェニル）ホスフェート、ビス（ジプロモフェニル）ホスフェート、ビス（2,4-ジ-tert-ブチルフェニル）ホスフェート、ジ（ノニルフェニル）ホスフェート等のジアリールホスフェート、特にジ（非置換又は置換フェニル）ホスフェート（該置換フェニル基は、 $C_1-C_{10}$ アルキル、ハロゲン原子（特に臭素原子）及び水酸基からなる群から選  
25 ばれる1～3個の置換基で置換されており、また、該2つのフェニル基の一方が非置換で他方が置換されていてもよい）、ジブチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイト、ジヘプチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイト、ジオクチル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイト、ジノニル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホ

スファイト、ジデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイト、ジウンデシル  
 （直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイト、ジドデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）  
 ホスファイト、ジトリデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイト、ジテトラ  
 デシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイト、ジペンタデシル（直鎖及び分岐  
 5 鎖を含む）ホスファイト、ジヘキサデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイ  
 ト、ジヘプタデシル（直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイト、ジオクタデシル  
 （直鎖及び分岐鎖を含む）ホスファイト等のジアルキルホスファイト、特にジ  
 （直鎖状又は分岐鎖  $C_4-C_{18}$  アルキル）ホスファイト、ジシクロヘキシルホスフ  
 ァイト、ジシクロペンチルホスファイト等のジ（ $C_4-C_8$  シクロアルキル）ホスフ  
 10 ァイト、ジフェニルホスファイト、ジクレジルホスファイト、ジキシレニルホス  
 ファイト、クレジルフェニルホスファイト、キシレニルフェニルホスファイト、  
 ビス（トリプロモフェニル）ホスファイト、ビス（ジプロモフェニル）ホスファ  
 イト、ビス（2, 4-ジ-*tert*-ブチルフェニル）ホスファイト、ジノニルフェニ  
 ルホスファイト等のジアリールホスファイト、特にジ（非置換又は置換フェニ  
 15 ル）ホスファイト（該置換フェニル基は、 $C_1-C_{10}$  アルキル、ハロゲン原子（特に臭  
 素原子）及び水酸基からなる群から選ばれる 1～3 個の置換基で置換されており、  
 また、該 2 つのフェニル基の一方が非置換で他方が置換されていてもよい）等が  
 例示される。

この中でも、特に、ジ（*n*-ブチル）ホスフェート、ジイソブチルホスフェー  
 20 ト、ジ（*sec*-ブチル）ホスフェート、ジシクロヘキシルホスフェート、ジ  
 （*n*-ヘプチル）ホスフェート、ジイソヘプチルホスフェート、ジ（*n*-オクチ  
 ル）ホスフェート、ジイソオクチルホスフェート、ジ（*n*-ノニル）ホスフェー  
 ト、ジイソノニルホスフェート、ジ（*n*-デシル）ホスフェート、ジイソデシル  
 ホスフェート、ジ（*n*-ドデシル）ホスフェート、ジ（*n*-テトラデシル）ホス  
 25 フェート、ジ（*n*-ヘキサデシル）ホスフェート、ジ（*n*-オクタデシル）ホス  
 フェート等のジアルキルホスフェート、ジフェニルホスフェート、ジクレジルホ  
 スフェート、ジキシレニルホスフェート、クレジルフェニルホスフェート、キシ  
 レニルフェニルホスフェート、ビス（トリプロモフェニル）ホスフェート、ビス  
 （ジプロモフェニル）ホスフェート、ビス（2, 4-ジ-*tert*-ブチルフェニル）

ホスフェート、ジノニルフェニルホスフェート等のジアリールホスフェートが好ましく、更には、ジ（*n*-オクチル）ホスフェート、ジフェニルホスフェート、ジクレジルホスフェートが最も好ましい。

酸性リン酸エステルは、1種若しくは2種以上を組み合わせ用い、その添加量は、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して、0.01～3重量部であり、好ましくは0.05～1重量部である。

酸性亜リン酸エステルは、1種若しくは2種以上を組み合わせ用い、その添加量は、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して、0.01～3重量部であり、好ましくは0.05～1重量部である。

10

#### <脂肪族直鎖状モノカルボン酸>

脂肪族直鎖状モノカルボン酸としては、炭素数12～22のものが例示され、好ましくは14～18のものである。具体的には、*n*-ドデカン酸、*n*-トリデカン酸、*n*-テトラデカン酸、*n*-ペンタデカン酸、*n*-ヘキサデカン酸、*n*-ヘプタデカン酸、*n*-オクタデカン酸、*n*-ノナデカン酸、*n*-イコサン酸、*n*-ドコサン酸、オレイン酸等が例示され、特に、*n*-テトラデカン酸、*n*-ヘキサデカン酸、*n*-オクタデカン酸が好ましい。脂肪族直鎖状モノカルボン酸は1種若しくは2種以上を組み合わせ用いられ、その添加量は、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して、0.01～5重量部であり、好ましくは0.05～2重量部である。

20

#### <リン系化合物と脂肪族直鎖状モノカルボン酸との併用>

本発明に係わるリン系化合物と脂肪族直鎖状モノカルボン酸は、それぞれの1種若しくは2種以上を組み合わせ用いることが可能である。

両者の比率は、特に制限されず広い範囲から適宜選択できるが、一般にはリン系化合物(III)の脂肪族直鎖状モノカルボン酸(IV)に対する重量比が、III：IV＝1：0.005～0.2、特に1：0.01～0.1となるように併用するのが好ましい。

好ましい組み合わせとしては、トリ（*n*-オクチル）ホスフェート、トリフェ



ニルホスフェート、及びトリクレジルホスフェートからなる群から選ばれる1種若しくは2種以上と、*n*-テトラデカン酸、*n*-ヘキサデカン酸、及び*n*-オクタデカン酸からなる群から選ばれる1種若しくは2種以上からなる組み合わせが例示される。

5 例えば、次の組み合わせが好ましい：

- ・トリ（*n*-オクチル）ホスフェート＋*n*-テトラデカン酸、
- ・トリ（*n*-オクチル）ホスフェート＋*n*-ヘキサデカン酸、
- ・トリ（*n*-オクチル）ホスフェート＋*n*-オクタデカン酸、
- ・トリフェニルホスフェート＋*n*-テトラデカン酸、
- 10 ・トリフェニルホスフェート＋*n*-ヘキサデカン酸、
- ・トリフェニルホスフェート＋*n*-オクタデカン酸、
- ・トリクレジルホスフェート＋*n*-テトラデカン酸、
- ・トリクレジルホスフェート＋*n*-ヘキサデカン酸、
- ・トリクレジルホスフェート＋*n*-オクタデカン酸、
- 15 等が例示される。

この中でも、耐熱性と潤滑性のバランスに優れる組み合わせとして、

- ・トリクレジルホスフェート＋*n*-テトラデカン酸、
- ・トリクレジルホスフェート＋*n*-ヘキサデカン酸、
- ・トリクレジルホスフェート＋*n*-オクタデカン酸
- 20 等が推奨される。

リン系化合物と脂肪族直鎖状モノカルボン酸との組合せの添加量は、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して0.11～15重量部であり、好ましくは0.55～7重量部である。

## 25 (d)成分：ベンゾトリアゾール系化合物及び没食子酸系化合物

本発明の軸受用潤滑油は、更に必要に応じ、ベンゾトリアゾール系化合物及び没食子酸系化合物からなる群から選ばれる少なくとも1種を用いることにより金属適合性をより一層向上させることができる。

<ベンゾトリアゾール系化合物>

ベンゾトリアゾール系化合物としては、この分野で使用されている公知のものが特に制限されることなく使用できる。これらベンゾトリアゾール系化合物のうちでも、特に、分子内に硫黄を含有しない炭素数6～60のものであり、好ましくは6～40のものが好ましい。

- 5      具体的には、ベンゾトリアゾール、5-メチル-1H-ベンゾトリアゾール、1-ジオクチルアミノメチルベンゾトリアゾール、1-ジオクチルアミノメチル-5-メチルベンゾトリアゾール、2-(5'-メチル-2'-ヒドロキシエニル)ベンゾトリアゾール、2-[2'-ヒドロキシ-3', 5'-ビス( $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチルベンジル)フェニル]-2H-ベンゾトリアゾール、2-(3', 5'-ジ-*t*-ブチル-2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(3'-*t*-ブチル-5'-メチル-2'-ヒドロキシフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール、2-(3', 5'-ジ-*t*-ブチル-2'-ヒドロキシフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール、2-(3', 5'-ジ-*t*-アミル-2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(5'-*t*-ブチル-2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-5'-*t*-メチルフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-5'-*t*-オクチルフェニル)ベンゾトリアゾール、2-[2'-ヒドロキシ-3'-(3'', 4''-5'', 6''テトラヒドロフタリドメチル)-5'-メチルフェニル]ベンゾトリアゾール等が例示される。この中でも、ベンゾトリアゾール、5-メチル-1H-ベンゾトリアゾールが好ましい。

ベンゾトリアゾール系化合物は1種若しくは2種以上を組み合わせ用い、その添加量は、通常、軸受用潤滑油(即ち、(a)成分+(b)成分)100重量部に対して0.01～0.4重量部であり、好ましくは0.01～0.2重量部である。

## 25 <没食子酸系化合物>

没食子酸系化合物としては、炭素数7～30のものであり、好ましくは8～20である。具体的には、没食子酸、没食子酸メチル、没食子酸エチル、没食子酸プロピル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ブチル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ペンチル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ヘキシル(直鎖及び分岐

- 鎖を含む)、没食子酸ヘプチル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸オクチル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ノニル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸デシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ウンデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ドデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸トリデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸テトラデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ペンタデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ヘキサデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ヘプタデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸オクタデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ノナデシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸イコシル(直鎖及び分岐鎖を含む)、没食子酸ドコシル(直鎖及び分岐鎖を含む)等の没食子酸の直鎖又は分岐鎖の $C_1$ - $C_{22}$ アルキルエステル、没食子酸シクロヘキシル、没食子酸シクロペンチル等の没食子酸の $C_4$ - $C_8$ シクロアルキルエステルが例示される。この中でも、没食子酸( $n$ -プロピル)、没食子酸( $n$ -オクチル)、没食子酸( $n$ -ドデシル)等の没食子酸の直鎖又は分岐鎖の $C_3$ - $C_{12}$ アルキルエステルが好ましい。
- 15 没食子酸系化合物は1種若しくは2種以上を組み合わせ用い、その添加量は、通常、軸受用潤滑油(即ち、(a)成分+(b)成分)100重量部に対して0.001~0.2重量部であり、好ましくは0.005~0.05重量部である。

#### <ベンゾトリアゾール系化合物及び没食子酸系化合物との併用>

- 20 本発明に係わるベンゾトリアゾール系化合物と没食子酸系化合物は、それぞれの1種若しくは2種以上を組み合わせ用いることが可能である。
- 両者の比率は、特に制限されず広い範囲から適宜選択できるが、一般にはベンゾトリアゾール系化合物(V)の没食子酸系化合物(VI)に対する重量比が、 $V:VI=1:0.05\sim0.5$ 、特に $1:0.1\sim0.3$ となるように併用するのが
- 25 好ましい。

次の組み合わせが好ましい:

- ・ベンゾトリアゾール+没食子酸( $n$ -プロピル)、
- ・ベンゾトリアゾール+没食子酸( $n$ -オクチル)、
- ・ベンゾトリアゾール+没食子酸( $n$ -ドデシル)、

- ・ 5-メチル-1H-ベンゾトリアゾールベンゾトリアゾール+没食子酸 (n-プロピル) 、
- ・ 5-メチル-1H-ベンゾトリアゾール+没食子酸 (n-オクチル) 、
- ・ 5-メチル-1H-ベンゾトリアゾール+没食子酸 (n-ドデシル) 、

5 等が例示される。

その添加量は、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して0.011~0.6重量部であり、好ましくは0.015~0.25重量部である。

#### 10 併用できる基油

本発明の軸受用潤滑油は、その性能を低下させない範囲で他の潤滑油基油（以下「併用基油」という。）、即ち、鉱物油（石油の精製によって得られる炭化水素油）、ポリ- $\alpha$ -オレフィン、ポリブテン、アルキルベンゼン、アルキルナフタレン、フィッシャー・トロプシュ法によって得られる合成炭化水素の異性化油  
15 等の合成炭化水素油、動植物油、有機酸エステル、ポリアルキレングリコール、ポリビニルエーテル、ポリフェニルエーテル、及びアルキルフェニルエーテルよりなる群から選ばれる1種若しくは2種以上の化合物を適宜併用することができる。

鉱物油としては、溶剤精製鉱油、水素化精製鉱油、ワックス異性化油が挙げら  
20 れるが、通常、100℃における動粘度が1.0~15mm<sup>2</sup>/s、好ましくは2.0~10.0mm<sup>2</sup>/sの範囲にあるものが用いられる。

ポリ- $\alpha$ -オレフィンとしては、炭素数2~16の $\alpha$ -オレフィン（例えばエチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン等）の重合体又は共重合体  
25 であって100℃における動粘度が1.0~15mm<sup>2</sup>/s、粘度指数が100以上のものが例示され、特に100℃における動粘度が1.5~10.0mm<sup>2</sup>/sで、粘度指数が120以上のものが好ましい。

ポリブテンとしては、イソブチレンを重合したもの、イソブチレンをノルマルブチレンと共重合したもの等があり、一般に100℃の動粘度が2.0~40m

$\text{m}^2/\text{s}$  の広範囲のものが挙げられる。

アルキルベンゼンとしては、炭素数 1 ～ 40 の直鎖又は分岐のアルキル基で置換された、分子量が 200 ～ 450 であるモノアルキルベンゼン、ジアルキルベンゼン、トリアルキルベンゼン、テトラアルキルベンゼン等が例示される。

- 5     アルキルナフタレンとしては、炭素数 1 ～ 30 の直鎖又は分岐のアルキル基で置換されたモノアルキルナフタレン、ジアルキルナフタレン等が例示される。

動植物油としては、牛脂、豚脂、パーム油、ヤシ油、ナタネ油、ヒマシ油、ヒマワリ油等が例示される。

- 10    本エステル以外の有機酸エステルとしては、脂肪酸モノエステル、脂肪酸二塩基酸ジエステル、ポリオールエステル及びその他のエステルが例示される。

脂肪酸モノエステルとしては、炭素数 5 ～ 22 の脂肪酸直鎖状又は分岐鎖状モノカルボン酸と炭素数 3 ～ 22 の直鎖状又は分岐鎖状の飽和若しくは不飽和の脂肪酸アルコールとのエステルが挙げられる。

- 15    脂肪酸二塩基酸ジエステルとしては、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、1, 9-ノナメチレンジカルボン酸、1, 10-デカメチレンジカルボン酸等脂肪酸二塩基酸と若しくはその無水物と炭素数 3 ～ 22 の直鎖状又は分岐鎖状の飽和若しくは不飽和の脂肪酸アルコールとのエステルが挙げられる。

- 20    ポリオールエステルとしては、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ジトリメチロールプロパン、ジペンタエリスリトール等のネオペンチルポリオールと炭素数 3 ～ 22 の直鎖状及び／又は分岐鎖状の飽和又は不飽和の脂肪酸とのエステルを使用することが可能である。

- 25    その他のエステルとしては、ダイマー酸、水添ダイマー酸等の重合脂肪酸と炭素数 3 ～ 22 の直鎖状若しくは分岐鎖状の飽和又は不飽和の脂肪酸アルコールとのエステルが挙げられる。

ポリアルキレングリコールとしては、アルコールと炭素数 2 ～ 4 の直鎖状若しくは分岐鎖状のアルキレンオキシドの開環重合体が例示される。アルキレンオキシドとしてはエチレンオキシド、プロピレンオキシド、ブチレンオキシドが挙げられ、これらの 1 種を用いた重合体、若しくは 2 種以上の混合物を用

いた共重合体が使用可能である。また、片端又は両端の水酸基部分がエーテル化若しくはエステル化した化合物も使用可能である。重合体の動粘度としては、 $5.0 \sim 1000 \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $40^\circ\text{C}$ )、好ましくは  $5.0 \sim 500 \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $40^\circ\text{C}$ ) である。

- 5     ポリビニルエーテルとしては、ビニルエーテルモノマーの重合によって得られる化合物であり、モノマーとしてはメチルビニルエーテル、エチルビニルエーテル、イソプロピルビニルエーテル、*n*-ブチルビニルエーテル、イソブチルビニルエーテル、*sec*-ブチルビニルエーテル、*tert*-ブチルビニルエーテル、*n*-ペンチルビニルエーテル、*n*-ヘキシルビニルエーテル、2-メトキシエチルビニルエーテル、2-エトキシエチルビニルエーテル等が挙げられる。重合体の動粘度としては、 $5.0 \sim 1000 \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $40^\circ\text{C}$ )、好ましくは  $5.0 \sim 500 \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $40^\circ\text{C}$ ) である。

- 15     ポリフェニルエーテルとしては、2個以上の芳香環のメタ位をエーテル結合又はチオエーテル結合でつないだ構造を有する化合物が挙げられ、具体的には、ビス (*m*-フェノキシフェニル) エーテル、*m*-ビス (*m*-フェノキシフェノキシ) ベンゼン、及びそれらの酸素の1個若しくは2個以上を硫黄に置換したチオエーテル類 (通称C-エーテル) 等が例示される。

- 20     アルキルフェニルエーテルとしては、ポリフェニルエーテルを炭素数6~18の直鎖状若しくは分岐鎖状のアルキル基で置換した化合物が挙げられ、特に1個以上のアルキル基で置換したアルキルジフェニルエーテルが好ましい。

- 25     本発明の潤滑油にこれらの併用基油を用いる場合、併用基油は、本発明で使用する一般式(1)で表されるジエステルの一部を置き換えるものである。換言すると、本発明の潤滑油においては、基油としては一般式(1)で表されるジエステルのみを使用してもよいし、或いは、一般式(1)で表されるジエステルと併用基油との混合物を使用してもよい。後者の混合物において、併用基油の含有量としては、一般式(1)で表されるジエステルと併用基油の総量に対して、5~60重量%、好ましくは5~20重量%が推奨される。

併用基油の中でも、耐熱性及び潤滑性に優れる点で有機酸エステルが好ましく、更には、耐熱性及び低温粘度のバランスに優れる点で、特に、脂肪酸モノエステ

ル、脂肪族二塩基酸ジエステル及びポリオールエステルが好ましい。

特に好ましい脂肪酸モノエステルとしては、炭素数 12～18 の脂肪族直鎖状モノカルボン酸と炭素数 8～10 の脂肪族飽和直鎖状一価アルコール又は炭素数 8～13 の脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールとのエステルが例示される。具体的には、  
5    n-ドデカン酸 n-オクチル、n-ドデカン酸 n-ノニル、n-ドデカン酸 n-デシル、n-ドデカン酸 2-エチルヘキシル、n-ドデカン酸 イソオクチル、n-ドデカン酸 イソノニル、n-ドデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-ドデカン酸 イソデシル、n-ドデカン酸 イソウンデシル、n-ドデカン酸 イソドデシル、n-ドデカン酸 イソトリデシル、n-テトラデカン酸 n-ノ  
10    ニル、n-テトラデカン酸 n-デシル、n-テトラデカン酸 2-エチルヘキシル、n-テトラデカン酸 イソオクチル、n-テトラデカン酸 イソノニル、n-テトラデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-テトラデカン酸 イソデシル、n-テトラデカン酸 イソウンデシル、n-テトラデカン酸 イソドデシル、n-テトラデカン酸 イソトリデシル、n-ヘキサデカン酸 n-ノ  
15    ニル、n-ヘキサデカン酸 n-デシル、n-ヘキサデカン酸 2-エチルヘキシル、n-ヘキサデカン酸 イソオクチル、n-ヘキサデカン酸 イソノニル、n-ヘキサデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-ヘキサデカン酸 イソデシル、n-ヘキサデカン酸 イソウンデシル、n-ヘキサデカン酸 イソドデシル、n-ヘキサデカン酸 イソトリデシル、n-オクタデカン酸 n-ノ  
20    ニル、n-オクタデカン酸 n-デシル、n-オクタデカン酸 2-エチルヘキシル、n-オクタデカン酸 イソオクチル、n-オクタデカン酸 イソノニル、n-オクタデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-オクタデカン酸 イソデシル、n-オクタデカン酸 イソウンデシル、n-オクタデカン酸 イソドデシル、n-オクタデカン酸 イソトリデシルが好ましい。

これらの中でも、混合油の低温流動性に優れ、かつ、低温粘度が低い点で、  
25    n-ドデカン酸 2-エチルヘキシル、n-ドデカン酸 イソオクチル、n-ドデカン酸 イソノニル、n-ドデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-ドデカン酸 イソデシル、n-テトラデカン酸 2-エチルヘキシル、n-テトラデカン酸 イソオクチル、n-テトラデカン酸 イソノニル、n-テトラデカン酸 3, 5, 5-トリメチルヘキシル、n-テトラデカン酸 イソデシルが最も好ましい。

特に好ましい脂肪族二塩基酸ジエステルとしては、アジピン酸、アゼライン酸又はセバシン酸と、炭素数 8 ～ 10 の脂肪族飽和直鎖状一価アルコール又は炭素数 8 ～ 13 の脂肪族飽和分岐鎖状一価アルコールとのエステルが例示される。具体的には、アジピン酸ジ（*n*-オクチル）、アジピン酸ジ（*n*-ノニル）、アジピン酸ジ（*n*-デシル）、アジピン酸ジ（2-エチルヘキシル）、アジピン酸ジイソオクチル、アジピン酸ジイソノニル、アジピン酸ジ（3, 5, 5-トリメチルヘキシル）、アジピン酸ジイソデシル、アジピン酸ジイソウンデシル、アジピン酸ジイソドデシル、アジピン酸ジイソトリデシル、アゼライン酸ジ（*n*-オクチル）、アゼライン酸ジ（*n*-ノニル）、アゼライン酸ジ（*n*-デシル）、アゼライン酸ジ（2-エチルヘキシル）、アゼライン酸ジイソオクチル、アゼライン酸ジイソノニル、アゼライン酸ジ（3, 5, 5-トリメチルヘキシル）、アゼライン酸ジイソデシル、アゼライン酸ジイソウンデシル、アゼライン酸ジイソドデシル、アゼライン酸ジイソトリデシル、セバシン酸ジ（*n*-オクチル）、セバシン酸ジ（*n*-ノニル）、セバシン酸ジ（*n*-デシル）、セバシン酸ジ（2-エチルヘキシル）、セバシン酸ジイソオクチル、セバシン酸ジイソノニル、セバシン酸ジ（3, 5, 5-トリメチルヘキシル）、セバシン酸ジイソデシル、セバシン酸ジイソウンデシル、セバシン酸ジイソドデシル、セバシン酸ジイソトリデシルが好ましい。

これらの中でも、混合油の低温流動性に優れる点で、アジピン酸ジ（2-エチルヘキシル）、アジピン酸ジイソノニル、アジピン酸ジ（3, 5, 5-トリメチルヘキシル）、アジピン酸ジイソデシル、アジピン酸ジイソトリデシル、アゼライン酸ジ（2-エチルヘキシル）、アゼライン酸ジイソノニル、アゼライン酸ジ（3, 5, 5-トリメチルヘキシル）、アゼライン酸ジイソデシル、アゼライン酸ジイソトリデシル、セバシン酸ジ（2-エチルヘキシル）、セバシン酸ジイソノニル、セバシン酸ジ（3, 5, 5-トリメチルヘキシル）、セバシン酸ジイソデシル、セバシン酸ジイソトリデシルが最も好ましい。

また、特に好ましいポリオールエステルとしては、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール又はジペンタエリスリトールと、炭素数 4 ～ 10 の直鎖状及び／又は分岐鎖状の脂肪酸とのエステルが例示される。



具体的には、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール及びジペンタエリスリトールから選ばれる1種若しくは2種以上の多価アルコールと、n-ブタン酸、n-ペンタン酸、n-ヘキサン酸、n-ヘプタン酸、n-オクタン酸、n-ノナン酸、n-デカン酸、イソブタン酸、イソペンタン酸、イソヘキサン酸、イソヘプタン酸、イソオクタン酸、2-エチルヘキサン酸、イソノナン酸、3, 5, 5-トリメチルヘキサン酸、及びイソデカン酸から選ばれる1種若しくは2種以上の脂肪族モノカルボン酸から得られるエステルが好ましい。

これらの中でも、混合油の低温流動性に優れ、低温での動粘度が低い点で、ネオペンチルグリコールと炭素数4～10の直鎖状脂肪酸とのジエステルが最も好ましい。

本発明に係る軸受用潤滑油に、併用基油として脂肪酸モノエステル、脂肪族二塩基酸エステル及びポリオールエステルからなる群から選ばれる少なくとも1種の併用基油を併用する場合、その含有量としては、一般式(1)で表されるジエステルと併用基油の総量に対して、通常10～60重量%、特に20～40重量%が好ましい。

#### 他の添加剤

本発明に係る軸受用潤滑油には、その性能を向上させるために、既述のフェノール系及びアミン系酸化防止剤以外の酸化防止剤、金属清浄剤、無灰分散剤、油性剤、摩耗防止剤、極圧剤、金属不活性剤、防錆剤、粘度指数向上剤、流動点降下剤、消泡剤等の添加剤の1種又は2種以上を適宜配合することも可能である。配合量は、所定の効果を奏する限り特に限定されるものではないが、その具体的な例を以下に示す。

フェノール系及びアミン系酸化防止剤以外の酸化防止剤としては、チオジプロピオン酸ジ(n-ドデシル)、チオジプロピオン酸ジ(n-オクタデシル)等のチオジプロピオン酸エステル、フェノチアジン等の硫黄系化合物等が使用可能である。これらの酸化防止剤は、使用する場合、通常、軸受用潤滑油(即ち、(a)成分+(b)成分)100重量部に対して0.01～5重量部、好ましくは0.05～

3重量部添加するのがよい。

金属清浄剤としては、C a -石油スルフォネート、過塩基性C a -石油スルフォネート、C a -アルキルベンゼンスルフォネート、過塩基性C a -アルキルベンゼンスルフォネート、B a -アルキルベンゼンスルフォネート、過塩基性B a -アルキルベンゼンスルフォネート、M g -アルキルベンゼンスルフォネート、過塩基性M g -アルキルベンゼンスルフォネート、N a -アルキルベンゼンスルフォネート、過塩基性N a -アルキルベンゼンスルフォネート、C a -アルキルナフタレンスルフォネート、過塩基性C a -アルキルナフタレンスルフォネート等の金属スルフォネート、C a -フェネート、過塩基性C a -フェネート、B a -フェネート、過塩基性B a -フェネート等の金属フェネート、C a -サリシレート、過塩基性C a -サリシレート等の金属サリシレート、C a -フォスフォネート、過塩基性C a -フォスフォネート、B a -フォスフォネート、過塩基性B a -フォスフォネート等の金属フォスフォネート、過塩基性C a -カルボキシレート等が使用可能である。これらの金属清浄剤は、使用する場合、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して1～10重量部、好ましくは2～7重量部添加するのがよい。

油性剤としては、ダイマー酸、水添ダイマー酸等の重合脂肪酸、リシノレイン酸、12-ヒドロキシステアリン酸等のヒドロキシ脂肪酸、ラウリルアルコール、オレイルアルコール等の脂肪族飽和及び不飽和モノアルコール、ステアリルアミン、オレイルアミン等の脂肪族飽和及び不飽和モノアミン、ラウリン酸アミド、オレイン酸アミド等の脂肪族飽和及び不飽和モノカルボン酸アミド等が使用可能である。これらの油性剤は、使用する場合、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して0.01重量部～5重量部、好ましくは0.1重量部～3重量部添加するのがよい。

25 摩耗防止剤・極圧剤としては、ジブチルホスフェート、ジオクチルホスフェート、ジクレジルホスフェート等の酸性リン酸エステルのアミン塩、ジブチルホスファイト及びジイソプロピルホスファイト等の酸性亜リン酸エステルのアミン塩等のリン系、硫化油脂、硫化オレイン酸等の硫化脂肪酸、ジベンジルジスルフィド、硫化オレフィン、ジアルキルジスルフィド等の硫黄系、Z n -ジアルキルジ

チオフォスフェート、Zn-ジアルキルジチオフォスフェート、Mo-ジアルキルジチオフォスフェート、Mo-ジアルキルジチオカルバメート等の有機金属系化合物等が使用可能である。これらの摩耗防止剤は、使用する場合、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して0.01~10重量部、好ましくは0.1~5重量部添加するのがよい。

金属不活性剤としては、チアジアゾール系の化合物等が使用可能であり、使用する場合、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して0.01~0.4重量部、好ましくは0.01~0.2重量部添加するのがよい。

10 防錆剤としては、ドデセニルコハク酸ハーフエステル、オクタデセニルコハク酸無水物、ドデセニルコハク酸アミド等のアルキル又はアルケニルコハク酸誘導体、ソルビタンモノオレエート、グリセリンモノオレエート、ペンタエリスリトールモノオレエート等の多価アルコール部分エステル、Ca-石油スルフォネート、Ca-アルキルベンゼンスルフォネート、Ba-アルキルベンゼンスルフォネート、Mg-アルキルベンゼンスルフォネート、Na-アルキルベンゼンスルフォネート、Zn-アルキルベンゼンスルフォネート、Ca-アルキルナフタレンスルフォネート等の金属スルフォネート、ロジンアミン、N-オレイルザルコシン等のアミン類等が使用可能である。これらの防錆剤は、使用する場合、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して0.01~5重量部、好ましくは0.05~2重量部添加するのがよい。

粘度指数向上剤としては、ポリアルキルメタクリレート、ポリアルキルスチレン、ポリブテン、エチレン-プロピレン共重合体、スチレン-ジエン共重合体、スチレン-無水マレイン酸エステル共重合体等のオレフィン共重合体等が使用可能であり、これらの粘度指数向上剤は、使用する場合、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分+(b)成分）100重量部に対して0.1~15重量部、好ましくは0.5~7重量部添加するのがよい。

流動点降下剤としては、塩素化パラフィンとアルキルナフタレンの縮合物、塩素化パラフィンとフェノールの縮合物、既述の粘度指数向上剤であるポリアルキルメタクリレート、ポリアルキルスチレン、ポリブテン等が使用可能であり、こ

これらの流動点降下剤は、使用する場合、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分＋(b)成分）100重量部に対して0.01～5重量部、好ましくは0.1～3重量部添加するのがよい。

消泡剤としては、液状シリコーンが適しており、使用する場合、通常、軸受用潤滑油（即ち、(a)成分＋(b)成分）100重量部に対して0.0005～0.01重量部添加するのがよい。

本発明に係る軸受用潤滑油は、従来公知の潤滑油と比べて耐熱性が同等又はそれ以上であり、且つ、低温での動粘度が低く、低温流動性に優れる。

また、本発明の軸受用潤滑油は、各種の軸受装置に使用することが可能であり、特に焼結含油軸受及び流体軸受への使用に好適である。更に、本発明の軸受用潤滑油は、鉄系軸受、銅系軸受、鉛系軸受等の種々の材質の軸受に使用することが可能である。例えば、ポータブルラジカセ、ポータブルCDプレーヤー、ポータブルMDプレーヤー等のキャプスタン軸受や自動車のラジエータのクーリングファンモータなどのモーター軸受に適用することができる。

本発明の軸受用潤滑油は、40℃における動粘度が5～32 mm<sup>2</sup>/sであることが好ましく、特に、40℃における動粘度が5～22 mm<sup>2</sup>/sであることが好ましい。更に、省電力性の点で40℃における動粘度が5～10 mm<sup>2</sup>/sであり、かつ、0℃における動粘度が15～40 mm<sup>2</sup>/s、特に、15～35 mm<sup>2</sup>/sであることが好ましい。なお、上記動粘度は、後記実施例の項に記載の方法により測定した値である。

## 実施例

以下に実施例及び比較例を掲げて本発明を詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。尚、各例において得られた潤滑油の特性は以下の方法により測定し評価した。

### 全酸価

JIS-K-2501に準拠して測定した。

### 動粘度

J I S - K - 2 2 8.3 に準拠して、0℃、40℃、100℃における動粘度を測定した。

#### 粘度指数

J I S - K - 2 2 8 3 に準拠して算出した。

#### 5 低温流動性試験

J I S - K - 2 2 6 9 に準拠して流動点を測定した。

#### 耐熱性試験

- 実施例又は比較例の軸受用潤滑油を、内径53mm、高さ56mmの50mlビーカーに約2gを秤量し、200mlビーカーで蓋をした後、オープン中150℃  
10 で7日間加熱した。加熱後の添加油の揮発量は下記の式に従い算出し、揮発量が少ないものほど耐熱性に優れる。

$$\text{揮発量 (\%)} = [(W_0 - W) / W_0] \times 100$$

[式中、 $W_0$ は試験前の重量を示し、 $W$ は試験後の重量を示す。]

#### 潤滑性試験－1

- 15 曾田式振り子試験機で25℃における摩擦係数を測定した。摩擦係数の値が小さいほど潤滑性が良好である。

#### 潤滑性試験－2

高速シェル四球試験機で荷重20kgにおける摩耗痕を測定した。摩耗痕径が小さいほど潤滑性が良好である。

#### 20 金属適合性試験

実施例又は比較例の軸受用潤滑油を、内径53mm、高さ56mmの50mlビーカーに約30gを秤量し、金属片（鉄、銅、鉛）を入れ200mlビーカーで蓋をした後、オープン中150℃で7日間加熱した。試験後、濾過処理した潤滑油の全酸価を測定し、全酸価の上昇が少ないものほど金属との適合性が良好である。

- 25 また、試験片は下記のものを使用した。

鉄： 針金（長さ40mm、径1.6mm）、表面を研磨紙（600番）で磨いた後に使用した。

銅： 針金（長さ40mm、径1.6mm）、表面を研磨紙（600番）で磨いた後に使用した。

鉛：塊状鉛（約1 g、ナカライテスク社製）

#### 製造例 1

攪拌器、温度計、冷却管付き水分分留受器を備えた1リットルの四ツ口フラス  
5 コにn-オクタン酸（新日本理化社製、製品名「カプリル酸」）445.0 g  
（3.09モル）、3-メチル-1,5-ペンタンジオール（クラレ社製、製品  
名「MPD」）177 g（1.5モル）、キシレン（酸及びアルコールの総量に  
対し5重量%）及び触媒として酸化スズ（酸及びアルコールの総量に対し0.2  
10 重量%）を仕込み、減圧にて220℃まで昇温した。理論的に生成してくる水の  
量を（54 g）を目処にして生成した水を水分分留受器で除去しながらエステル化  
反応を約4時間行った。

反応終了後、過剰の酸を蒸留で除去した。その後、反応終了後の全酸価に対し  
て過剰の苛性ソーダ水溶液で中和して、水洗水が中性になるまで水洗した。次い  
で活性炭処理を行い、濾過をして3-メチル-1,5-ペンタンジオールジ（n-  
15 -オクタノエート）を505 g得た。

得られたエステルの全酸価は0.01（mg KOH/g）であり、また、FT-IR  
分析の結果、カルボキシル基の吸収が消失し、エステル基の吸収が観測さ  
れることからジエステルであることを確認した。

#### 製造例 2

20 n-オクタン酸の代わりにn-ヘプタン酸（和光純薬工業社製、試薬、「n-  
ヘプタン酸」）401.7 g（3.09モル）を使用した以外は、製造例1と同  
様の方法により、3-メチル-1,5-ペンタンジオールジ（n-ヘプタノエー  
ト）496 gを得た。

得られたエステルの全酸価は0.01（mg KOH/g）であり、また、FT-  
25 IR分析の結果、カルボキシル基の吸収が消失し、エステル基の吸収が観測さ  
れることからジエステルであることを確認した。

#### 製造例 3

n-オクタン酸の代わりにn-ヘプタン酸80.3 g（0.618モル）及び  
n-オクタン酸356.0 g（2.472モル）〔n-ヘプタン酸：n-オクタ

ン酸＝20：80（モル比）〕を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-オクタン酸とを反応させてエステル混合物503 gを得た。

得られたエステルは、混基ジエステル、即ち、3-メチル-1, 5-ペンタンジオール（n-ヘプタノエート）（n-オクタノエート）を含有し、更に、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ（n-ヘプタノエート）、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ（n-オクタノエート）等を含有するエステル混合物であった。

得られたエステル混合物の全酸価は0.01（mg KOH/g）であり、また、FT-IR分析の結果、カルボキシル基の吸収が消失し、エステル基の吸収が観測されることからジエステルであることを確認した。

#### 製造例4

n-オクタン酸の代わりにn-ヘプタン酸200.9 g（1.545モル）及びn-オクタン酸222.5 g（1.545モル）〔n-ヘプタン酸：n-オクタン酸＝50：50（モル比）〕を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-オクタン酸とを反応させてエステル混合物500 gを得た。

得られたエステル混合物の全酸価は0.01（mg KOH/g）であり、また、FT-IR分析の結果、カルボキシル基の吸収が消失し、エステル基の吸収が観測されることからジエステルであることを確認した。

#### 製造例5

n-オクタン酸の代わりにn-ヘプタン酸200.9 g（1.545モル）及びn-ノナン酸（和光純薬社製、試薬、「ペラルゴン酸」）244.1 g（1.545モル）〔n-ヘプタン酸：n-ノナン酸＝50：50（モル比）〕を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールとn-ヘプタン酸及びn-ノナン酸とを反応させてエステル混合物508 gを得た。

得られたエステル混合物の全酸価は0.01（mg KOH/g）であり、また、FT-IR分析の結果、カルボキシル基の吸収が消失し、エステル基の吸収が観

測されることからジエステルであることを確認した。

#### 製造例 6

n-オクタン酸の代わりにn-ペンタン酸（ナカライテスク社製、試薬「n-吉草酸」）189.1g（1.854モル）及びn-ヘプタン酸160.7g  
5 （1.236モル）〔n-ペンタン酸：n-ヘプタン酸＝60：40（モル比）〕を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、3-メチル-1,5-ペンタンジオールとn-ペンタン酸及びn-ヘプタン酸とを反応させてエステル混合物471gを得た。

得られたエステル混合物の全酸価は0.01（mgKOH/g）であり、また、  
10 FT-IR分析の結果、カルボキシル基の吸収が消失し、エステル基の吸収が観測されることからジエステルであることを確認した。

#### 製造例 7

n-オクタン酸の代わりにn-ノナン酸（和光純薬工業社製、試薬、「ペラルゴン酸」）488.2g（3.09モル）を使用した以外は、製造例1と同様の方  
15 法により、3-メチル-1,5-ペンタンジオールジ（n-ノナノエート）555gを得た。得られたエステルの全酸価は0.01mgKOH/gであり、また、FT-IR分析の結果、カルボキシル基の吸収が消失し、エステル基の吸収が観測されることからジエステルであることを確認した。

#### 製造例 8

20 n-オクタン酸の代わりにn-オクタン酸222.5g（1.545モル）及びn-ノナン酸244.1g（1.545モル）（n-オクタン酸：n-ノナン酸＝50：50）を使用した以外は、製造例1と同様の方法により、3-メチル-1,5-ペンタンジオールとn-オクタン酸及びn-ノナン酸とを反応させてエステル混合物473gを得た。

25 得られたエステル混合物の全酸価は0.01mgKOH/gであり、また、FT-IR分析の結果、カルボキシル基の吸収が消失し、エステル基の吸収が観測されることからジエステルであることを確認した。

#### 製造例 9

n-オクタン酸の代わりにn-オクタン酸267g（1.854モル）及びn



ーデカン酸 212.6 g (1.236 モル) (n-オクタン酸 : n-デカン酸 = 60 : 40) を使用した以外は、製造例 1 と同様の方法により、3-メチル-1,5-ペンタンジオールと n-オクタン酸及び n-デカン酸とを反応させてエステル混合物 538 g を得た。

- 5 得られたエステル混合物の全酸価は 0.01 mgKOH/g であり、また、FT-IR 分析の結果、カルボキシル基の吸収が消失し、エステル基の吸収が観測されることからジエステルであることを確認した。

### 実施例 1 ~ 25

- 10 製造例 1 ~ 9 で得られた各エステルに対し、表 1 ~ 3 に記載した配合割合 (重量部) で各実施例の軸受用潤滑油を調製した。得られた各軸受用潤滑油の動粘度、粘度指数、全酸価、低温流動性、耐熱性、潤滑性、及び金属適合性を測定した。その結果を表 1 ~ 3 に示した。尚、使用した添加剤及びその略称を下記に示した。

#### フェノール系酸化防止剤 (1)

- 15 A : 4, 4'-メチレンビス-2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール (試薬、東京化成工業社製)

B : 2, 6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール (試薬、東京化成工業社製)

#### アミン系酸化防止剤 (2)

- 20 C : p, p'-ジオクチルジフェニルアミン (Vanderbilt社製、製品名「VANLUBE 81」)

D : ジ(ノニルフェニル)アミン (Vanderbilt社製、製品名「VANLUBE DN D」)

E : アルキル化ジフェニルアミン (Vanderbilt社製、製品名「VANLUBE NA」 ; ジ(2, 4-ジアルキルフェニル)アミン)

- 25 F : N-フェニル-1-ナフチルアミン (試薬、和光純薬工業社製)

#### 脂肪族直鎖状飽和モノカルボン酸 (3)

G : n-テトラデカン酸 (新日本理化社製、製品名「ミリスチン酸」)

H : n-ヘキサデカン酸 (新日本理化社製、製品名「パルミチン酸 P」)

I : n-オクタデカン酸 (新日本理化社製、製品名「雪印ステアリン酸 200

0」)

リン系化合物 (4)

J : トリクレジルホスフェート (新日本理化社製、製品名「サンソサイザーT  
CP」)

5 K : トリフェニルホスフェート (試薬、和光純薬工業社製)

L : トリオクチルホスフェート (試薬、和光純薬工業社製)

ベンゾトリアゾール系化合物 (5)

M : ベンゾトリアゾール (城北化学工業社製、製品名「BT-120」)

没食子酸系化合物 (6)

10 N : 没食子酸プロピル (試薬、和光純薬工業社製)

O : 没食子酸ラウリル (試薬、和光純薬工業社製)

比較例 1 ~ 2

製造例 1 及び 3 で得られた各エステルの動粘度、粘度指数、全酸価、低温流動  
性、耐熱性、潤滑性、及び金属適合性を測定した。その結果を表 3 に示した。

15

20

25

表1

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12
基油	製造例 1	製造例 2	製造例 3	製造例 4	製造例 5	製造例 6	製造例 7	製造例 8	製造例 9	製造例 10	製造例 11	製造例 12
エステル	製造例 1	製造例 2	製造例 3	製造例 4	製造例 5	製造例 6	製造例 7	製造例 8	製造例 9	製造例 10	製造例 11	製造例 12
製造例 1	99.50	99.00	96.95	96.89	96.89	95.91	96.90	98.89	99.50	99.45	99.00	96.95
製造例 2												
製造例 3												
製造例 4												
製造例 5												
製造例 6												
(1)	A	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
	B									0.50		
	C				0.50						0.50	0.50
(2)	D	0.50	0.50	0.50			0.50	0.50				
	E					0.50						
	F											
	G											
(3)	H		0.051	0.051	0.051		0.02	0.05		0.05		0.051
	I					0.031	0.02					
(4)	J		2.04	2.04	2.04	2.06	2.04					2.04
	K											
	L					1.03						
(5)	M			0.051	0.051	0.051	0.051	0.05				
	N						0.01					
(6)	O			0.01	0.01	0.01		0.01				
性及び性能	動粘度 (mm <sup>2</sup> /s) 0°C	28.8	29.0	31.0	30.7	23.1	23.3	23.1	22.7	27.3	28.0	29.1
	40°C	7.33	7.40	7.61	7.61	6.22	6.23	6.23	6.12	7.08	7.16	7.31
	100°C	2.41	2.42	2.43	2.44	2.12	2.12	2.12	2.10	2.34	2.35	2.37
	粘度指数	165	166	156	160	161	160	164	163	166	163	159
	全酸価 (mgKOH/g)	0.01	0.01	0.12	0.38	0.39	0.33	0.39	0.35	0.01	0.01	0.11
	流動点 (°C)	-45	-45	-40	-40	-57.5	-57.5	-57.5	-57.5	-47.5	-50	-47.5
	耐熱性試験 (揮発量%)	6.1	5.8	5.3	5.3	11.1	11.5	11.8	11.1	5.9	6.1	6.1
	摩擦係数	0.20	0.19	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.12	0.20	0.20	0.12
	摩擦痕 (mm)	0.42	0.42	0.35	0.35	0.39	0.39	0.42	0.47	0.44	0.44	0.36
	金属適合性試験	1.16	0.85	0.18	-0.12	-0.09	-0.11	-0.13	-0.12	1.29	0.81	0.12

2 表

		実施例 13	実施例 14	実施例 15	実施例 16	実施例 17	実施例 18	実施例 19	実施例 20	実施例 21	実施例 22	実施例 23
基油エステル	製造例 1											
	製造例 2											
	製造例 3	96.90	96.94	96.89	98.89	96.90	96.89					
	製造例 4							96.89				
	製造例 5								97.39			
	製造例 6									97.42		
	製造例 7										96.73	
	製造例 8											96.89
(1)	A	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.70	0.50	
	B											
(2)	C	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		0.50	1.0	0.50		0.50
	D										0.50	
	E						0.25					
	F						0.25					
	G							0.02			0.031	0.02
	H	0.051	0.051	0.051	0.05	0.02	0.051	0.031	0.051			0.031
(4)	I					0.02				0.02		
	J	2.04	2.04	2.04					1.01	2.04	2.04	1.02
	K					2.04						
	L						2.04	1.02				1.02
	M	0.051		0.051	0.05	0.051	0.051	0.051	0.051	0.031	0.031	0.051
	N						0.01		0.01	0.01		0.01
(6)	O		0.01	0.01	0.01	0.01		0.01		0.01		
	動粘度 (mm <sup>2</sup> /s)	29.0 7.30 2.37	29.0 7.30 2.37	29.1 7.36 2.37	27.8 7.18 2.37	29.1 7.31 2.37	29.0 7.32 2.38	26.9 6.93 2.29	30.7 7.61 2.44	17.3 4.99 1.80	37.0 9.04 2.79	33.4 8.31 2.61
性及び性能	粘度指数	158	158	155	167	159	159	161	159	—	169	163
	全酸価 (mgKOH/g)	0.33	0.15	0.38	0.39	0.34	0.42	0.36	0.40	0.40	0.30	0.38
	流動点 (°C)	-50	-47.5	-47.5	-50	-45	-47.5	<-60	-52.5	<-60	-35	-47.5
	耐熱性試験(揮発量%)	5.9	5.3	5.8	5.4	5.6	6.3	8.4	4.8	34.8	2.7	4.2
	摩擦係数	0.13	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12
性能	摩擦痕(mm)	0.36	0.36	0.35	0.43	0.37	0.37	0.38	0.36	0.46	0.35	0.34
	金属適合性試験	-0.22	0.25	-0.16	-0.10	-0.15	-0.09	-0.13	0.06	-0.08	-0.10	-0.02

表 3

		実施例 24	実施例 25	比較例 1	比較例 2
基 油 エ ス テ ル	製造例 1	96.39		100.00	
	製造例 2				
	製造例 3				100.00
	製造例 4				
	製造例 5				
	製造例 6				
	製造例 7				
	製造例 8				
	製造例 9		96.89		
(1)	A	1.00	0.50		
	B				
(2)	C	0.50	0.50		
	D				
	E				
	F				
(3)	G				
	H	0.051	0.051		
	I				
(4)	J	2.04	1.02		
	K		1.02		
	L				
(5)	M	0.051	0.051		
(6)	N				
	O	0.01	0.01		
性 状 及 び 性 能	動粘度 (mm <sup>2</sup> /s) 0℃	31.2	35.3	28.2	27.0
	40℃	7.69	8.31	7.31	7.05
	100℃	2.46	2.73	2.41	2.34
	粘度指数	160	170	171	168
	全酸価 (mgKOH/g)	0.35	0.32	0.01	0.01
	流動点 (℃)	-40	-40	-45	-52.5
	耐熱性試験 (揮発量%)	4.1	3.5	58.2	60.6
	摩擦係数	0.11	0.11	0.22	0.22
	摩擦痕 (mm)	0.34	0.32	0.45	0.46
	金属適合性試験	-0.03	-0.11	64.72	58.37

表1～3から明らかなように、本発明の(a)成分及び(b)成分からなる実施例1、2、9及び11の軸受用潤滑油は、0℃及び40℃において低粘度であり、粘度指数が高いため、広い温度範囲で低粘度特性を有する。また、低い流動点を有し、  
5 低温流動性にも優れ、耐熱性、潤滑性、金属適合性においても優れている。

更に、各種添加剤、特に、(c)リン系化合物及び脂肪族直鎖状飽和モノカルボン酸からなる群から選ばれる少なくとも1種、及び必要に応じて(d)ベンゾトリアゾール系化合物及び没食子酸系化合物からなる群から選ばれる少なくとも1種を  
10 組み合わせて得られる本発明の軸受用潤滑油は、上記特性に加え、耐熱性、潤滑性、及び金属適合性等の性能が一段と向上する。

これに対して、表3の比較例1及び2のように、本エステルのみを含有し、(b)成分、即ち、フェノール系酸化防止剤及びアミン系酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種を含有しない潤滑油は、耐熱性及び金属適合性の点で劣  
15 っている。

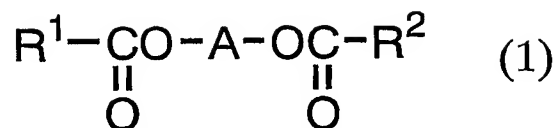
#### 産業上の利用可能性

本発明の軸受用潤滑油は、耐熱性に優れ、かつ、広範囲の温度において低粘度であるため省エネルギー、省燃費性に優れた潤滑油となる。更に、各種添加剤を  
20 組み合わせて得られる軸受用潤滑油は、上記特性に加え、潤滑性、低温流動性、及び金属適合性にも優れたものとなる。

## 請 求 の 範 囲

## 1 (a)一般式 (1)

5



10 [式中、 $\text{R}^1$ 及び $\text{R}^2$ は、同一又は異なって、炭素数3～17の直鎖状アルキル基を表す。Aは、炭素数2～10の直鎖アルキレン基を示すか、或いは、Aは、主鎖である直鎖アルキレン基とこれに結合した1個若しくは2個以上のアルキル基（分枝）とからなり、該直鎖アルキレン基と該1個若しくは2個以上のアルキル基との合計炭素数が2～10である分岐鎖アルキレン基を示す。但し、Aが分岐鎖アルキレン基であって、2個以上のアルキル基を有する場合、2個以上のアル  
15 キル基は同一の炭素原子に結合していないものとする。]

で表されるジエステル、又は該ジエステルと併用基油との混合物、及び

(b)フェノール系酸化防止剤及びアミン系酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種を含有する軸受用潤滑油。

20 項2. Aが、モノ若しくはポリアルキル置換直鎖アルキレン基であって、該アルキル基と該直鎖アルキレン基との合計炭素数が3～10であるものである請求項1に記載の軸受用潤滑油。

3 Aが、モノアルキル置換直鎖アルキレン基であって、該アルキル基と該直鎖アルキレン基との合計炭素数が3～10であるものである請求項1に記載の軸受用潤滑油。  
25

4 Aが、モノアルキル置換直鎖アルキレン基であって、該アルキル基と該直鎖アルキレン基との合計炭素数が4～6であるものである請求項1に記載の軸受

用潤滑油。

5 Aが、3-メチル-1, 5-ペンタンジオール残基（即ち、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ）である請求項1に記載の軸受用潤滑油。

5

6  $\text{R}^1$ 及び $\text{R}^2$ が、同一又は異なって、炭素数3～11の直鎖状アルキル基を表す請求項1に記載の軸受用潤滑油。

7 一般式（1）で表されるジエステルが、2-メチル-1, 3-プロパンジ  
10 オール、1, 3-ブタンジオール、2-メチル-1, 4-ブタンジオール、1, 4-ペンタンジオール、2-メチル-1, 5-ペンタンジオール、3-メチル-1, 5-ペンタンジオール及び1, 5-ヘキサジオールからなる群から選ばれる1種と炭素数7～10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸から選ばれる1種とのジエステルである請求項1に記載の軸受用潤滑油。

15

8 一般式（1）で表されるジエステルが、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールと、*n*-ヘプタン酸、*n*-オクタン酸、*n*-ノナン酸及び*n*-デカン酸からなる群から選ばれる少なくとも1種から得られるジエステルである請求項1に記載の軸受用潤滑油。

20

9 一般式（1）で表されるジエステルが、3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ（*n*-オクタノエート）及び3-メチル-1, 5-ペンタンジオールジ（*n*-ノナノエート）からなる群から選ばれる少なくとも1種である請求項1に記載の軸受用潤滑油。

25

10 一般式（1）で表されるジエステルが、炭素数7～10の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸から選ばれる2種の脂肪酸と、2-メチル-1, 3-プロパンジオール、1, 3-ブタンジオール、2-メチル-1, 4-ブタンジオール、1, 4-ペンタンジオール、2-メチル-1, 5-ペンタンジオール、3-メチ



ルー 1, 5-ペンタンジオール及び 1, 5-ヘキサジオールからなる群から選ばれる 1 種の二価アルコールとから得られるジエステルである請求項 1 に記載の軸受用潤滑油。

- 5      1 1    一般式 (1) で表されるジエステルが、3-メチルー 1, 5-ペンタンジオールと炭素数 7 ~ 10 の脂肪族飽和直鎖状モノカルボン酸から選ばれる 2 種の脂肪酸とから得られるジエステルである請求項 1 に記載の軸受用潤滑油。

- 10      1 2    一般式 (1) で表されるジエステルが、3-メチルー 1, 5-ペンタンジオールと n-ヘプタン酸及び n-オクタン酸とから得られるジエステル、3-メチルー 1, 5-ペンタンジオールと n-ヘプタン酸及び n-ノナン酸とから得られるジエステル、3-メチルー 1, 5-ペンタンジオールと n-ヘプタン酸及び n-デカン酸とから得られるジエステル、3-メチルー 1, 5-ペンタンジオールと n-オクタン酸及び n-ノナン酸とから得られるジエステル、3-メチルー 1, 5-ペンタンジオールと n-オクタン酸及び n-デカン酸とから得られるジエステル、3-メチルー 1, 5-ペンタンジオールと n-ノナン酸及び n-デカン酸とから得られるジエステルである請求項 1 に記載の軸受用潤滑油。

- 20      1 3    フェノール系酸化防止剤が、分子内に硫黄を含有しない炭素数 6 ~ 100 のものであり、アミン系酸化防止剤が、分子内に硫黄を含有しない炭素数 6 ~ 60 のものである請求項 1 に記載の軸受用潤滑油。

- 25      1 4    フェノール系酸化防止剤が、2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール、2, 6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール、4, 4'-メチレンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール)、4, 4'-ブチリデンビス(3-メチルー 6-tert-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(4-エチルー 6-tert-ブチルフェノール)、2, 2'-メチレンビス(4-メチルー 6-tert-ブチルフェノール)、4, 4'-イソプロピリデンビスフェノール、2, 4-ジメチルー 6-tert-ブチルフェノール、テトラキス[メチレン-3-(3, 5-ジ-tert-ブチル-4-ヒ

ドロキシフェニル) プロピオネート] メタン、1, 1, 3-トリス (2-メチル  
 -4-ヒドロキシ-5-*t*-ブチルフェニル) ブタン、1, 3, 5-トリメチル  
 -2, 4, 6-トリス (3, 5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシベンジル) ベ  
 ンゼン、2, 2'-ジヒドロキシ-3, 3'-ジ ( $\alpha$ -メチルシクロヘキシル)  
 5 -5, 5'-ジメチル-ジフェニルメタン、2, 2'-イソブチリデンビス (4,  
 6-ジメチルフェノール)、2, 6-ビス (2'-ヒドロキシ-3'-*t*-ブチ  
 ル-5'-メチルベンジル) -4-メチルフェノール、1, 1'-ビス (4-ヒ  
 ドロキシフェニル) シクロヘキサン、2, 5-ジ-*t*-アミルヒドロキノン、2,  
 5-ジ-*t*-ブチルヒドロキノン、1, 4-ジヒドロキシアントラキノン、3-  
 10 *t*-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、2-*t*-ブチル-4-ヒドロキシアニ  
 ソール、2, 4-ジベンゾイルレゾルシノール、4-*t*-ブチルカテコール、2,  
 6-ジ-*t*-ブチル-4-エチルフェノール、2-ヒドロキシ-4-メトキシベ  
 ンゾフェノン、2, 4-ジヒドロキシベンゾフェノン、2, 2'-ジヒドロキシ  
 -4-メトキシベンゾフェノン、2, 4, 5-トリヒドロキシベンゾフェノン、  
 15  $\alpha$ -トコフェロール、ビス [2- (2-ヒドロキシ-5-メチル-3-*t*-ブチ  
 ルベンジル) -4-メチル-6-*t*-ブチルフェニル] テレフタレート、トリエ  
 チレングリコール-ビス [3- (3-*t*-ブチル-5-メチル-4-ヒドロキシ  
 フェニルプロピオネート)]、1, 6-ヘキサンジオール-ビス [3- (3, 5-  
 ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオネート] からなる群から選  
 20 ばれる少なくとも1種であり、

アミン系酸化防止剤が、ジフェニルアミン、モノ ( $C_4-C_9$ アルキル) 置換さ  
 れたジフェニルアミン、*p*, *p*'-ジ ( $C_4-C_9$ アルキルフェニル) アミン、ジ  
 (モノ  $C_4-C_9$ アルキルフェニル) アミンであって、一方のベンゼン環上のアル  
 キル基が他方のベンゼン環上のアルキル基と異なるもの、ジ (ジ- $C_4-C_9$ アル  
 25 キルフェニル) アミンであって、二つのベンゼン環上の4つのアルキル基のうち  
 の少なくとも1つが残りのアルキル基と異なるもの、*N*-フェニル-1-ナフチ  
 ルアミン、*N*-フェニル-2-ナフチルアミン、4-オクチルフェニル-1-ナ  
 フチルアミン、4-オクチルフェニル-2-ナフチルアミン、*p*-フェニレンジ  
 アミン、*N*-フェニル-*N*'-イソプロピル-*p*-フェニレンジアミン、及び*N*

ーフェニルーN'ー(1, 3-ジメチルブチル)ーp-フェニレンジアミンからなる群から選ばれる少なくとも1種である請求項13に記載の軸受用潤滑油。

15 (b)成分が、2, 6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール、4, 4'-メチ  
レンビス(2, 6-ジ-tert-ブチルフェノール)及び2, 6-ジ-tert-ブチル-  
4-エチルフェノールからなる群から選ばれる少なくとも1種と、p, p'-ジ  
オクチル(直鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、p, p'-ジノニル(直  
鎖及び分岐鎖を含む)ジフェニルアミン、及びN-フェニル-1-ナフチルアミ  
ンからなる群から選ばれる少なくとも1種とからなる組み合わせである請求項1  
10 3に記載の軸受用潤滑油。

16 更に、(c)リン系化合物及び脂肪族直鎖状モノカルボン酸からなる群から  
選ばれる少なくとも1種を含有する請求項1に記載の軸受用潤滑油。

15 17 リン系化合物が、リン酸トリエステル、亜リン酸トリエステル、酸性リ  
ン酸エステル及び酸性亜リン酸エステルからなる群から選ばれる少なくとも1種  
であって、その分子内に硫黄を含有しない炭素数12~70のものであり、脂肪  
族直鎖状モノカルボン酸が炭素数12~22のものである請求項16に記載の軸  
受用潤滑油。

20

18 リン系化合物が、  
c1) トリ(直鎖状又は分岐鎖C<sub>4</sub>-C<sub>18</sub>アルキル)ホスフェート、  
c2) トリ(C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>シクロアルキル)ホスフェート、  
c3) トリ(非置換又は置換フェニル)ホスフェート(該置換フェニル基は、  
25 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>アルキル、ハロゲン原子(特に臭素原子)及び水酸基からなる群から選ばれ  
る1~3個の置換基で置換されており、また、該3つのフェニル基の1又は2個  
が非置換で残りが置換されていてよい)、  
c4) トリ(直鎖状又は分岐鎖C<sub>4</sub>-C<sub>18</sub>アルキル)ホスファイト、  
c5) トリ(C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>シクロアルキル)ホスファイト、

c6) トリ（非置換又は置換フェニル）ホスファイト（該置換フェニル基は、 $C_1$ - $C_{10}$ アルキル、ハロゲン原子（特に臭素原子）及び水酸基からなる群から選ばれる1～3個の置換基で置換されており、また、該3つのフェニル基の1又は2個が非置換で残りが置換されていてもよい）、

5 c7) ジ（直鎖状又は分岐鎖 $C_4$ - $C_{18}$ アルキル）ホスフェート、

c8) ジ（ $C_4$ - $C_8$ シクロアルキル）ホスフェート、

c9) ジ（非置換又は置換フェニル）ホスフェート（該置換フェニル基は、 $C_1$ - $C_{10}$ アルキル、ハロゲン原子（特に臭素原子）及び水酸基からなる群から選ばれる1～3個の置換基で置換されており、また、該2つのフェニル基の一方が非置換  
10 で他方が置換されていてもよい）、

c10) ジ（直鎖状又は分岐鎖 $C_4$ - $C_{18}$ アルキル）ホスファイト、

c11) ジ（ $C_4$ - $C_8$ シクロアルキル）ホスファイト、及び

c12) ジ（非置換又は置換フェニル）ホスファイト（該置換フェニル基は、 $C_1$ - $C_{10}$ アルキル、ハロゲン原子（特に臭素原子）及び水酸基からなる群から選ばれる  
15 1～3個の置換基で置換されており、また、該2つのフェニル基の一方が非置換  
で他方が置換されていてもよい）

からなる群から選ばれる少なくとも1種であり、

脂肪族直鎖状モノカルボン酸が、炭素数14～18のものである請求項16に記載の軸受用潤滑油。

20

19 リン系化合物及び脂肪族直鎖状モノカルボン酸からなる群から選ばれる少なくとも1種が、トリ（ $n$ -オクチル）ホスフェート、トリフェニルホスフェート、及びトリクレジルホスフェートからなる群から選ばれる少なくとも1種と、 $n$ -テトラデカン酸、 $n$ -ヘキサデカン酸、及び $n$ -オクタデカン酸からなる群  
25 から選ばれる少なくとも1種との組み合わせである請求項16に記載の軸受用潤滑油。

20 更に、(d)ベンゾトリアゾール系化合物及び没食子酸系化合物からなる群から選ばれる少なくとも1種を含有する請求項16に記載の軸受用潤滑油。

2 1 ベンゾトリアゾール系化合物が、分子内に硫黄を含有しない炭素数 6 ～ 6 0 のものであり、没食子酸系化合物が炭素数 7 ～ 3 0 のものである請求項 2 0 に記載の軸受用潤滑油。

5

2 2 ベンゾトリアゾール系化合物が、ベンゾトリアゾール、5-メチル-1H-ベンゾトリアゾール、1-ジオクチルアミノメチルベンゾトリアゾール、1-ジオクチルアミノメチル-5-メチルベンゾトリアゾール、2-(5'-メチル-2'-ヒドロキシエニル)ベンゾトリアゾール、2-[2'-ヒドロキシ-3'  
10 ', 5'-ビス( $\alpha$ ,  $\alpha$ -ジメチルベンジル)フェニル]-2H-ベンゾトリアゾール、2-(3', 5'-ジ-*t*-ブチル-2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(3'-*t*-ブチル-5'-メチル-2'-ヒドロキシフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール、2-(3', 5'-ジ-*t*-ブチル-2'-ヒドロキシフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール、2-(3',  
15 5'-ジ-*t*-アミル-2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(5'-*t*-ブチル-2'-ヒドロキシフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-5'-メチルフェニル)ベンゾトリアゾール、2-(2'-ヒドロキシ-5'-*t*-オクチルフェニル)ベンゾトリアゾール、及び2-[2'-ヒドロキシ-3'-  
20 (3'', 4''-5'', 6''テトラヒドロフタリドメチル)-5'-メチルフェニル]ベンゾトリアゾールからなる群から選ばれる少なくとも1種であり、

没食子酸系化合物が、没食子酸、没食子酸の直鎖又は分岐鎖の $C_1$ - $C_{22}$ アルキルエステル及び没食子酸の $C_4$ - $C_8$ シクロアルキルエステルからなる群から選ばれる少なくとも1種である請求項 2 0 に記載の軸受用潤滑油。

25

2 3 ベンゾトリアゾール系化合物及び没食子酸系化合物からなる群から選ばれる少なくとも1種が、次の組合せ：

- ・ベンゾトリアゾール+没食子酸(*n*-プロピル)、
- ・ベンゾトリアゾール+没食子酸(*n*-オクチル)、

- ・ベンゾトリアゾール+没食子酸（n-ドデシル）、
  - ・5-メチル-1H-ベンゾトリアゾールベンゾトリアゾール+没食子酸（n-プロピル）、
  - ・5-メチル-1H-ベンゾトリアゾール+没食子酸（n-オクチル）、又は
  - 5    ・5-メチル-1H-ベンゾトリアゾール+没食子酸（n-ドデシル）
- である請求項20に記載の軸受用潤滑油。

24    40℃における動粘度が5～10mm<sup>2</sup>/sであり、かつ、0℃における  
動粘度が15～40mm<sup>2</sup>/sである項1に記載の軸受用潤滑油。

10

15

20

25

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10608

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> C10M169/04//F16C33/10 (C10M169/04, 105:38, 129:10, 129:16,  
129:24, 129:76, 133:04) (C10M169/04, 105:38, 129:10,  
129:16, 129:24, 129:28, 129:54, 129:76, 133:04, 133:38,

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> C10M169/04, 105/38, 129/10-129/16, 129/24, 129/28-129/46,  
129/54, 129/76, 133/04-133/14, 133/38, 133/44, 137/00-137/16,  
C10N30:02, 30:06-30:08, 30:12, 40:02, F16C33/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1293225 A (THE PROCTER & GAMBLE CO.), 18 October, 1972 (18.10.72), & CA 926848 A & DE 2006807 A1 & FR 2041052 A1 & JP 48-33309 B1	1-24
X	JP 2002-195252 A (Canon Inc. et al.), 10 July, 2002 (10.07.02), (Family: none)	1-24
X	JP 2001-279284 A (NIDEC Corp.), 10 October, 2001 (10.10.01), (Family: none)	1-24
X	JP 2000-336384 A (NOK Kuryuba Kabushiki Kaisha), 05 December, 2000 (05.12.00), (Family: none)	1-24

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
20 November, 2003 (20.11.03)

Date of mailing of the international search report  
09 December, 2003 (09.12.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10608

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	JP 2003-119482 A (New Japan Chemical Co., Ltd.), 23 April, 2003 (23.04.03), (Family: none)	1-24
E,X	JP 2003-321691 A (Kyodo Yushi Co., Ltd.), 14 November, 2003 (14.11.03), (Family: none)	1-24



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10608

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
(International Patent Classification (IPC))

Int.Cl<sup>7</sup> 137:00) C10N30:02, 30:06, 30:08, 30:12, 40:02

(According to International Patent Classification (IPC) or to both national  
classification and IPC)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. <sup>7</sup> C10M 169/04 // F16C 33/10 (C10M 169/04, 105:38, 129:10, 129:16, 129:24, 129:76, 133:04) (C10M 169/04, 105:38, 129:10, 129:16, 129:24, 129:28, 129:54, 129:76, 133:04, 133:38, 137:00) C10N 30:02, 30:06, 30:08, 30:12, 40:02		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. <sup>7</sup> C10M 169/04, 105/38, 129/10-129/16, 129/24, 129/28-129/46, 129/54, 129/76, 133/04-133/14, 133/38, 133/44, 137/00-137/16, C10N 30:02, 30:06-30:08, 30:12, 40:02, F16C 33/10		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	GB 1293225 A (THE PROCTER & GAMBLE COMPANY), 1972. 10. 18 &CA 926848 A &DE 2006807 A1 &FR 2041052 A1 &JP 48-33309 B1	1-24
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリ 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 20. 11. 03	国際調査報告の発送日 09.12.03	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 山本 昌広 印	4V 9280
電話番号 03-3581-1101 内線 3483		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2002-195252 A(キャノン株式会社 外1名), 2002.07.10 (ファミリーなし)	1-24
X	JP 2001-279284 A(日本電産株式会社), 2001.10.10 (ファミリーなし)	1-24
X	JP 2000-336384 A (エヌ・オー・ケー・クリューバー株式会社), 2000.12.05 (ファミリーなし)	1-24
P, X	JP 2003-119482 A(新日本理化株式会社), 2003.04.23 (ファミリーなし)	1-24
E, X	JP 2003-321691 A(協同油脂株式会社), 2003.11.14 (ファミリーなし)	1-24